ANALES DEL CONGRESO NACIONAL DE LA INDUSTRIA MINERA

TOMO IV -5

TRABAJOS PRESENTADOS A LA SECCION III

Carbón y Petróleo

LIMA

Imp. Torres Aguirre

1921

INDICE GENERAL

Primera Parte

Los Petróleos del Perú

PÁGINA

Segunda Parte

El Carbón en el Perú

INTRODUCCIÓN

EL CARBÓN EN EL PERÚ

Tercera Parte

Los Minerales del Departamento de Junín y las Hulleras de Goyllarisquizga

Nota.—Se ha cometido un error en la numeración de las páginas, que el lector salvará fácilmente. La página numerada 128 debería ser 118. Este error ha proseguido durante todo el resto del libro, así que, como puede verse, parece que faltaran las páginas 117 a 126. En realidad, el volumen contiene íntegramente los tres estudios que deben formarlo.

Primera Parte

LOS PETROLEOS DEL PERU

Contribución del ingeniero

Ricardo A. Deustua



INDICE

Página

Lima, 18 de setiembre de 1917.

Señor Secretario General:

Tengo el honor de enviar a usted adjunto mi estudio sobre los Petróleos del Perú, el que ofrezco como contribución personal al próximo Congreso Minero.

De Ud. atento y S. S.

RICARDO A. DEUSTUA.

AL SR. INGENIERO DON. JOSÉ J. BRAVO,
Secretario General del Congreso Nacional de la Industria Minera.

LOS PETROLEOS DEL PERU

INTRODUCCIÓN

Los petróleos peruanos hasta ahora reconocidos en el país provenientes de los principales yacimientos en actual explotación, como son los septentrionales, ubicados á lo largo de su costa norte, á orillas del Pacífico y los meridionales trasandinos, en la márgenes del Lago Titicaca, son todavía poco apreciados en cuanto á su verdadero valor industrial ó sea respecto á la naturaleza, cualidades y rendimiento de los diferentes productos comerciales que de ellos pueden obtenerse; razón por la cual, generalmente se exagera su bondad industrial, equiparándoseles á los mejores petróleos producidos en el mundo.

Se conoce á grandes rasgos, en virtud de análisis generales solamente, que los petróleos crudos peruanos, especialmente los provenientes de los yacimientos de Paita y Tumbes, son ricos en sustancias livianas y capaces de producir lubricantes de buena calidad y resíduos, que pueden constituír un excelente producto combustible. Estas características generales, aunque colocan, indudablemente, á nuestros aceites entre los petróleos de buena calidad, representan, tan solo, los grupos principales de destilados, que casi siempre son comunes para todos los petróleos crudos, más ó menos livianos, pero no determinan el número, calidad y proporción de los diferentes productos comerciales que cada uno de esos grandes grupos pueden producir y que son, precisamente, los que conviene averiguar, para fijar el verdadero valor industrial de los crudos.

GENERALIDADES

Composición de los petróleos.

Los petróleos, tal como se presentan en la naturaleza, son fluídos más ó menos viscosos, constituídos principalmente por una mezcla, en proporción variable, de hidrocarburos líquidos muy diversos, asociados á compuestos de oxígeno, nitrógeno y azufre; de donde proviene, que todos los aceites crudos, en general, ofrecen una composición química muy variada y compleja, al extremo de asegurarse que, bajo este punto de vista, existen tantos petróleos diferentes como yacimientos productores de esta sustancia.

Como es natural, esta composición química tan variada de los petróleos crudos, imposibilita tomarla como base acertada de comparación para reconocer el verdadero valor é importancia de un petróleo sobre otro. Pero, como está comprobado, que muchos de los hidrocarburos componentes, á pesar de su diversa naturaleza y complicada asociación, pueden rendir, en último término, ya sea por destilación corriente, por desintegración (cracking) ó por conversión, productos comerciales iguales ó semejantes, cuya aplicación en la industria da idénticos resultados, se ha establecido, que la base más exacta de comparación de los petróleos está en su importancia industrial ó sea en el monto, naturaleza y diversidad de los productos comerciales que pueden rendir.

Base de los petróleos.

Partiendo de esta base, se han agrupado todos los petróleos en tres clases diferentes, que rinden productos ó subproductos comerciales distintos ó en proporción variada ó con caracteres diferentes. Estas tres clases de petróleos están caracterizadas por la presencia, en su composición, de la parafina, del asfalto ó de ambas sustancias mezcladas, exigiendo cada una de estas agrupaciones un tratamiento especial para obtener los diferentes productos que de ellas pueden derivarse y que, generalmente, guardan íntima relación con la naturaleza de la base de los crudos respectivos. Es decir, que según sea la base del petróleo crudo, es también la calidad y cantidad de ciertos destilados. Un petróleo de base parafinosa, por ejemplo, rinde, por destilación, determinados productos comerciales, que no pueden obtenerse de los crudos

de base asfáltica ó mixta, y vice versa. Esto permite establecer, que el valor industrial de un petróleo crudo es, en buena cuenta, función de su base.

Se tiene, pues, petróleos de base de parafina, de asfalto y mixta. Los primeros ó sea los de base parafinosa, son generalmente aceites muy livianos, de colores claros, de muy reducido contenido en materias colorantes ó asfalto y en hidrocarburos del grupo aromático (benzol, naftalina, antracena, etc.), pero de elevado porcentaje en parafinas y naftenas. Tal sucede, por ejemplo, con la mayoría de los petróleos provenientes de los yacimientos de Pennsylvania, West Virginia, New York y del Sureste de Ohio en los Estados Unidos de Norte América. Los petróleos de base asfáltica se caracterizan por su elevado porcentaje en materias colorantes é hidrocarburos del grupo aromático y por su fuerte proporción de asfalto. No encierran parafina y generalmente son muy negros, densos y viscosos. Tal sucede, por ejemplo, con los petróleos predominantes en los yacimientos de Texas, Louisiana y California, con la mayoría de los mexicanos y con algunos de los producidos en el Perú. Los petróleos de base mixta, contienen proporciones variables de parafina y asfalto; son de color oscuro y de densidad media variable, según sea la preponderancia de una ú otra sustancia; pues son tanto más livianos y claros, cuanto menor es su porcentaje en asfalto y mayor el de parafina ó vice versa. Además, estos aceites se distinguen por un rendimiento medio en materias colorantes é hidrocarburos aromáticos. A esta serie corresponden, por ejemplo, los petróleos provenientes de los yacimientos de Oklahoma y de Kansas en los Estados Unidos, algunos de los producidos en México y la mayoría de los peruanos.

Destilación corriente de un petróleo.

La destilación corriente de un petróleo crudo, cualquiera que sea su base, produce, en bruto, una serie de diferentes destilados, que pueden dividirse en grupos de caracteres iguales ó semejantes y que, á su vez, pueden ser rectificados ó redestilados, subdividiéndoseles en subgrupos apropiados para determinada aplicación. Este rendimiento de productos comerciales puede incrementarse apelando á procedimientos distintos complementarios, como el proceso *cracking* ó el de *conversión*, por ejemplo, pero aumentando, al mismo tiempo, el costo de producción de los destilados, sobre todo para el caso de este último proceso.

Es de advertir, que la base principal ó punto de partida indispensable para hacer la separación de los diferentes productos que pueden derivarse de la destilación de un petróleo crudo en general, está en el punto de ebullición ó sea en el grado de volatilidad de dichos productos; pues de esa graduación depende precisamente la aplicación que puede darse á los destilados obtenidos.

Así, por ejemplo, tratándose de motores de combustión interna, se requiere un producto destilado que se evapore muy fácil y rápidamente, para que, mezclado con el aire, pueda hacer explosión instantáneamente en un auto-cilindro. Para esto se requieren productos tales como las gasolinas y naftas. De otro lado, los aceites necesarios para la iluminación (aceites lampantes) requieren, para llenar su objetivo, la iliminación previa de estos elementos explosivos, de tal modo que el aceite se evapore más lentamente y sin peligro de explosionar al quemarse en las lámparas. Por último, tratándose de los aceites lubricantes se requiere que esa evaporación sea aún más lenta y dificil.

Puede establecerse, que la destilación corriente de un petróleo crudo produce siempre tres grandes grupos principales de destilados, á saber: un grupo de productos muy livianos, formado por las gasolinas y naftas, otro intermedio, formado principalmente por los aceites lampantes y un tercero constituído por un resíduo, que es más ó menos industrialmente aprovechable, según sea su grado de viscosidad y punto de inflamación. Pero, es de advertir, que no todas las refinerías producen, de estas tres grandes agrupaciones, el mismo número de destilados comerciales, porque la mayor ó menor cantidad de estos últimos depende, en primer término, de la base de los petróleos crudos tratados, como ya se ha expuesto, y, también, de las exigencias del mercado, como es natural.

The Atlantic Refining Co.

Por vía de ilustración enumeramos los principales grupos de destilados comerciales obtenidos en la refinería, "The Atlantic Refining Co." de Philadelphia, en la que el suscrito tuvo oportunidad de hacer larga práctica de laboratorio.

La citada refinería es una de las mas importantes en los Estados Unidos de Norte América, tanto por su capacidad refinadora, como por la calidad y diversidad de petróleos tratados en ella. Además, constituye el principal centro de tratamiento de los petróleos de Pennsylvania, conocidos, en el mercado, con el

nombre de "*Pennsylvania Grade*", y de muchos otros aceites provenientes del sur y centro de esa gran nación, especialmente de los yacimientos existentes en Oklahoma y Kansas y que se les distingue con el nombre de petróleos "*Mid Continent*".

Destilados Comerciales derivados de un Petróleo Crudo.

Los principales grupos de destilados comerciales, obtenidos en la citada refinería, por destilación fraccionada corriente de un petróleo crudo, son los siguientes:

a).—Gasolinas y Naftas.

Este primer grupo de productos destilados está constituído por los hidrocarburos más livianos, sobre los 58°Be., que encierran los crudos tratados. Son muy movibles, generalmente incocoloros en bruto y de olor etéreo no desagradable.

Las *gasolinas* comprenden una mezcla de los hidrocarburos menos densos, de mayor grado de volatilidad y, por lo tanto, de inferior punto de ebullición. Estas gasolinas, que pueden alcanzar graduaciones hasta de 73°Be. y 74° Be. (1) son las destinadas para cualquier clase de vaporizadores, como para motores á gas, para alumbrado y calefacción, para carburadóres de automóviles ó motores de explosión.

Las *naftas* comprenden una mezcla de todos aquellos hidrocarburos menos livianos y con un punto de ebullición un poco más elevado. Son aplicables á ciertos objetos que requieren buen olor, como son los destinados á desengrasar telas ó, también, para fabricar barnices, jabones, pomadas y demás artículos de tocador. En la refinería citada no se establece agrupación especial con el título de bencinas,

El punto de ebullición medio de todo este grupo de destilados varía según el objeto á que se le destina y es tanto más bajo, cuanto más livianos son sus hidrocarburos componentes. Generalmente está comprendido entre los 125° y 280°F. Además, estos destilados están caracterizados por la ausencia completa de todo hídrocarburo pesado, que no se evapore fácilmente en la mano. Los diferentes productos comerciales derivados de este

(1)—Las gasolinas de mayor graduación y, por lo tanto, de mejor calidad que se conocen en el mercado, llamadas de "76°", son, en realidad, de 73° á 74°Be. La marca de "76°" es una graduación que no se puede producir en la práctica, por constituír un producto de manejo sumamente peligroso y antieconómico por su elevada volatilidad.

grupo de destilados se distinguen por su densidad y punto de ebullición, siendo los productos menos livianos y de punto de ebullición más elevado, los de inferior categoría y vice versa,

b).—Aceites Lampantes ó para Alumbrado.

Este grupo de destilados constituye un producto liviano, claro y transparente, del tipo "Standard White" ó mejor (1), algo fluorescente y de olor particular no desagradable después de rectificado. Igualmente es de baja viscosidad (385" á 60° F.), lo que resulta de influencia decisiva sobre su poder ascensional y, por lo tanto, sobre su poder iluminante; pues, cuanto menor es la viscosidad de estos destilados, más rápidamente ascienden por las mechas de las lámparas, aumentando así su intensidad luminosa. Sin embargo, casi siempre el poder iluminante de los lampantes ó kerosenes depende del género de lámparas en que se queman. En lámparas corrientes, por ejemplo, dan una intensidad media de 8 á 10 bujías (unidad Hefner), con un consumo medio de 3.5 á 5 gramos por bujía-hora.

El punto de ebullición de estos destilados es alrededor de 450°F. y el de combustión de 110°F. (Abel) mínimo, para lo que deben estar libres, de un lado, de gasolinas y naftas ó sea de todo elemento explosivo y, del otro, de los hidrocarburos pesados, que corresponden á los grupos siguientes de los aceites para gas y lubricantes ó sea de todos aquellos elementos de evaporación demasiado lenta y difícil.

Además, el tipo de buen lampante debe permanecer completamente fluído á la temperatura de 10° bajo 0°C., ofreciendo una densidad de 48° á 44°Be., que es el límite inferior fijado para su aceptación en el mercado. Lampantes más pesados que 44°Be. son rechazados. (2)

De la rectificación de este grupo de destilados pueden derivarse diferentes clases de lampantes de diversa graduación. El mejor

(1)—En el comercio internacional se cotizan los lampantes á base del color, y atendiendo á ella se distinguen cuatro clases típicas, que son (en orden decreciente de mérito): 1° los "Water White" (incoloros), 2° los "Superfin White" (ligeramente coloreados), 3° los "Prime White" (color paja) y 4° los "Standard White" (amarillo pálido).

(2)—Según los reglamentos del Produce Exchange de New York, solo se autoriza el expendio de lampantes del tipo "Standard White" ó mejor, con un punto de combustión de 110° F. ó mayor, y una densidad no inferior á 44°Be. (no mayor que 0.8060 densidad específica, United States Dispensatory Standard).

tipo de ellos está constituído por el producto más liviano y brillante, menos viscoso, de mejor color y punto de combustión y con el menor porcentaje de impurezas.

c).—*Gas Oils.*

Este grupo de destilados, llamados también "*Aceites Medios*", por estar constituídos por las fracciones intermedias de la destilación de los petróleos brutos, que destilan entre los lampantes y los aceites lubricantes, está destinado á la fabricación de gas, principalmente, ó también á ser desdoblado por el procedimiento "Cracking", lo que permite obtener nuevos hidrocarburos de menor densidad y punto de ebullición, aumentándose así el rendimiento de los grupos anteriormente enumerados.

Estos "gas-oils", generalmente amarillentos, escurridizos y con un olor de aceite mineral, están constituídos por una mezcla de hidrocarburos con un punto de ebullición medio comprendido entre los 550ºF. y los 600ºF.; no encerrando, de un lado, gasolinas, ni lampantes y, del otro, aceites lubricantes pesados, ni asfaltos. Su densidad media varía entre los 39º y 33º Be.

Los "gas-oils" más económicos para los fabricantes de gas están compuestos de una mezcla de hidrocarburos pesados con un punto de ebullición medio comprendido entre los 600°F. y los 650°F.

d) —.*Aceites Combustibles.*

Los aceites combustibles forman un producto, libre de gasolinas y naftas y de todo hidrocarburo sólido, pero conservando, al mismo tiempo, una consistencia tal, que les permita ser fácilmente bombeados á través de tuberías é inyectados por quemadores. Su densidad fluctúa entre los 25º y 30ºBe. y su punto de inflamación es superior á 140ºF., en crisol abierto. Fuera de estos requisitos, un aceite es prácticamente tan bueno como otro para ser utilizado como combustible, excepto en el caso de los motores á petróleo, para los que se requiere un producto especial. Generalmente los aceites combustibles están constituídos por un producto que no puede utilizarse ventajosamente para otro objeto.

e).—*Lubricantes Livianos.*

Este grupo de destilados forman la base de multitud de diferentes clases de lubricantes destinados á soportar pequeñas presiones y grandes velocidades. Entre estos pueden citarse los acei-

tes para hilandería (Spindle Oils) y los de parafina (Paraffin Oils.) Se les aplica á máquinas de hilandería, de cocer, de escribir, y, en general, á todas aquellas máquinas livianas para manipular objetos delicados, que hay interés en no manchar. Igualmente se les destina á motores á gas y se les emplea en medicina como antídoto.

La característica principal de estos aceites fluídos, es que deben estar libres de gasolinas, naftas y aceites lampantes, con el objeto que puedan alcanzar un punto de inflamación suficientemenmente elevado para prevenir pérdidas por evaporación, pero conservando, al mismo tiempo, una viscosidad apropiada para el objeto al cual se les destina y que puede variar entre los 400" y 40" á 70°F. Saybolt. Su punto de inflamación varía entre los 320° y 450° F. (Cleveland en crisol abierto) y su coloración desde el límpido cristalino hasta el rojo oscuro. Su punto de congelación está comprendido entre los 10° y 40°F. Su densidad media varía generalmente entre los 26° y 35°Be.; pues los lubricantes más livianos pueden derivarse de los elementos más pesados del grupo de los gas-oils.

1).—Lubricantes Pesados.

Los aceites lubricantes pesados, conocidos con el nombre de "*aceites para cilindros de máquinas á vapor*" (Steam Cylinder Oils), están constituídos por los hidrocarburos más pesados, contenidos en algunos petróleos crudos y están destinados á soportar fuertes presiones y grandes velocidades.

La característica principal de estos lubricantes, está en que su punto de inflamación debe ser tal, que impida su volatilización al ser aplicados á un cilindro á vapor, conservando, al mismo tiempo, la viscosidad requerida á la temperatura del cilindro, por elevada que esta sea. Es decir, que se distinguen por una baja viscosidad, que puede descender hasta los 124" á 212°F., y un elevado punto de inflamación, que puede alcanzar hasta los 695°F. Su densidad media corriente es alrededor de 24.7°Be. (0.9060), aunque existen tipos más livianos, hasta de 29.5°Be. (0.8790). Su punto de congelación corriente es de 45°F. (7°C), aunque algunos ofrecen un punto inferior, hasta de 35°F. (1.5°C).

Los dos grupos de lubricantes citados, del tipo liviano y pesado, tienen como punto de partida el petróleo crudo, previa eliminación de los elementos livianos volátiles que entran en ebullición á bajas temperaturas. Los resíduos de esta distilación, gene-

ralmente viscosos y de color subido, forman la materia prima para la preparación de dichos lubricantes, y, á veces, son utilizados como resíduos no depurados, ó bien son descompuestos, por destilación, en diversos productos de viscosidad, punto de inflamación y peso específico diferentes, dando así origen á otras tantas clases de aceites lubricantes,

g).—Cera de Parafina.

Este producto comprende una mezcla de hidrocarburos de la serie de las parafinas y del tipo C^{23} H^{48} al C^{35} H^{72}. Se deriva de los resíduos de la destilación de los petróleos crudos, después de eliminadas las gasolinas, naftas y lampantes y está valorizado de acuerdo con su punto de fusión, que varía entre los 100º y 135ºF. Su color es variable, desde el blanco alabastro opaco, para las que funden á bajas temperaturas, hasta el blanco azulado translúcido, para las de punto de fusión elevado, y generalmente se les distingue en el comercio con el nombre de *parafinas blandas y duras*, según sea su punto de fusión.

La parafina refinada, que es la más frecuente en el comercio, se presenta en gruesos panes ó en tabletas; es muy blanca, translúcida, inodora é insípida, Arde con llama clara no fuliginosa. Se emplea en la fabricación de velas, bien sola ó bien mezclada con estearina ó con cera. Sirve también para la fabricación de los fósforos, principalmente de los llamados de cera, para revestir exteriormente los cierres de botellas y otros recipientes para impedir la entrada en ellos de aire ó de humedad, para la fabricación de gomas para tejidos, cremas y grasas para el calzado, vaselinas artificiales, etc.

h).—Vaselinas.

Este producto conocido igualmente con el nombre de "petrolatum" ó "petroleínas", y que comprende los miembros superiores de la serie de las parafinas, que son inseparables de algunos de los elementos constituyentes de los petróleos crudos, se derivan de los resíduos parafínicos, después de eliminadas las gasolinas, naftas y lampantes y cuando no se desea aprovechar la parafina, ni lubricantes que contienen, formando así una sustancia untuosa blanca, cuyo punto de fusión es alrededor de 104ºF., con

una densidad media de 34º95Be. Los productos más livianos y claros se les utiliza en la preparación de elementos de tocador, como cosméticos, pomadas, etc. y el producto viscoso oscuro en la fabricación de papeles encerados ó impermeables, y, además, como preservativo contra el moho.

i).—Aceites Aglomerantes.

Los aceites para aglomerar, destinados á la impregnación de pisos de calles y carreteras (Dust Laying Oils), para impedir la formación de polvo, están constituídos por asfalto de petróleo disuelto en aceites del tipo del gas-oil. Tienen la particularidad de aglomerar el polvo suelto, evaporándose el disolvente y dejando unidas ó cubiertas las partículas de tierra con una sustancia espesa y compacta, resistente á toda temperatura.

Generalmente la graduación corriente de este producto es alrededor de 20º8Be. (0.9290). Su viscosidad es de 168'' á 130° F. y su punto de inflamación de 285ºF.

j).—Asfalto para Pavimentación.

Este producto, conocido en el mercado con el nombre de "*Road Binder*", está formado por el asfalto de petróleo convenientemente mezclado con aceites pesados de petróleo, que no se evaporan y que aglomeran fuertemente los materiales empleados en pavimentación, cualquiera que sea la temperatura que tengan que soportar.

k).—Coke.

Es el resíduo sólido de la destilación completa del crudo tratado. Es un producto de gran brillo, friable, poroso y libre de cenizas en la mayoría de los casos. Contiene 90 á 95 % de carbón fijo y 10 á 5 % de sustancias volátiles combustibles.

Tales son los principales productos comerciales, generalmente derivados, por destilación fraccionada corriente, de los petróleos crudos en la refinería mencionada de Philadelphia, dependiendo exclusivamente de la naturaleza de estos últimos, el mayor ó menor rendimiento y más ó menos buena calidad de aquellos y el mayor ó menor número de subproductos que, a su vez, pueden producir.

PROPIEDADES Y CARACTERES DE LOS PETRÓLEOS PERUANOS

Olor.

Los petróleos peruanos, tanto los provenientes de los yacimientos septentrionales de Paita y Tumbes, como de los meridionales del Lago Titicaca, son aceites de olor agradable aromático, á pesar de la proporción, casi constante, de azufre que contienen.

Color.

El color de todos estos aceites es opaco, variando desde el verde oscuro, que es el predominante para los petróleos septentrionales y el café amarillento, que es el característico de los aceites del Titicaca. Esta es su coloración apreciada por luz refleja, porque generalmente son pardos por transparencia.

Densidad.

La densidad de los petróleos hasta ahora reconocidos corresponde al tipo medio, (1) variando generalmente entre los 39º3Be. y los 34º6Be. ó sea entre 0.8284, densidad específica de los aceites provenientes de los yacimientos de Lagunitas, en la región de La Brea y Pariñas, y 0.8519, densidad específica correspondiente á los petróleos de Restín, en la región de Cabo Blanco, al norte de la primera. Los petróleos de Pirín, en la provincia de Huancané, en las márgenes del Lago Titicaca, están igualmente comprendidos dentro de los límites citados; pues sus densidades fluctúan entre los 37º95 y 35º98Be. ó sea entre 0.8350 y 0.8449 densidad específica.

No se han considerado dentro de esta clasificación los aceites más pesados ó más livianos de los citados, por correspoder á yacimientos no reconocidos ó por tratarse de productos de importancia industrial aún ignorada, por no haber sido suficientemente explorados ó por corresponder á yacimientos de rendimiento muy limitado ó agotado. Entre estos aceites figuran los provenientes de La Brea y La Breíta, al pié de los flancos occidentales de la cadena de Cerros de Amotape, en la región petrolífera septentrional. Ambos petróleos son más pesados: los de

(1)—Los límites extremos dentro de los cuales fluctúan las densidades de un petróleo crudo natural pueden considerarse entre los 62º35 Be. y 14º35 Be. o sea entre 0.7300 y 0.9700 densidad específica.

La Brea, actualmente en exploración, que tienen una densidad de 18°2Be. (0.9452) y los de la Breíta, menos explorados aún y cuyos yacimientos están abandonados desde hace más de 10 años.

Igualmente no han sido considerados los aceites más livianos, de 43°2Be. (0.810), explotados en una época en Santa Rosa, Zorritos, por estar agotados á la fecha, ni los más pesados de la quebrada de Peroles, de 33°25 Be. (0.859), en el mismo yacimiento de Zorritos, por ser de producción actual muy limitada y local. Tampoco se han contemplado los aceites de Islayccocha, en el distrito de Palipata de la provincia de Espinar, en la región petrolífera meridional, por no estar explorados aún, y por tratarse de investigaciones hechas sobre muestras de petróleo expuestas á la intemperie por largo tiempo, lo que ha influído, seguramente, en su oxidación y en la evaporación de los elementos más livianos, y, por lo tanto, en una mayor densidad de la que, en realidad, tienen.

Fuera de estas excepciones y teniendo en cuenta los límites dentro de los cuales varían las densidades de los diferentes petróleos que predominan actualmente en los yacimientos septentrionales del país, puede establecerse, que la densidad media corriente para estos aceites es alrededor de 35°Be. á 60°F. (0.8498), que constituye la densidad de la mayoría de los petróleos provenientes de los yacimientos de Negritos, Lobitos y Zorritos, que son los mejor y más vastamente explorados y explotados, hasta ahora, en la faja costanera norte del país. La densidad media de los aceites predominantes y hasta ahora reconocidos en los yacimientos meridionales es alrededor de 37°Be. (0.8398).

Composición Química.

La composición química de los aceites peruanos es variada, estando estos constituídos principalmente por carbono, en gran proporción, por hidrógeno en menor porcentaje, y por pequeñas cantidades de compuestos oxigenados, sulfurados y nitrogenados.

El porcentaje de carbono varía entre el 75.81 % y 86.08 %; el de hidrógeno entre el 13.06 % y el 18.43 %; el de oxígeno entre el 0.748 % y 5.76 %; el de nitrógeno alrededor de 0,071 % y el de azufre entre el 0.041 %, que es la proporción que encierran los aceites de Zorritos y el 0.064 %, que es el porcentaje de los aceites provenientes de Lobitos y que son los que encierran mayor propor-

ción de este elemento. Los petróleos de La Brea y de La Breíta son los que menor porcentaje en azufre contienen (0.035 %). Los petróleos de Negritos encierran 0.059 % y los de Restín 0.053 %.

Fuera de esta proporción de azufre, pequeña pero constante para todos los aceites peruanos, no presentan estos en su composición química otras impurezas, si es que se conviene en considerar este cuerpo como impureza en todo caso; pues está comprobado que el azufre en la composición química de un petróleo no siempre es un elemento inconveniente ó nocivo. (1)

El agua se presenta, igualmente, asociada á ciertos petróleos especialmente á los provenientes de los yacimientos meridionales. La fuerza y presión con que se presenta en estos últimos llega, en ciertos casos, á pulverizar el petróleo, emulsionándolo en parte. Esa agua, que solo logra eliminarse por destilación, conjuntamente con los hidrocarburos más livianos, varía entre el 0.008 y 0.007%. Los mismos crudos se presentan asociados á un porcentaje, en volúmen, de agua decantable y que varía entre el 1.25 % y 32.70 %. Los aceites provenientes de los yacimientos septentrionales en su mayor parte no contienen agua, excepto los de La Brea, que encierran un 5%, fuera de otras impurezas (1%), constituídas principalmente por arcillas finas en suspensión.

Poder calorífico.

La generalidad de los petróleos constatados en el país constituyen combustibles de elevado poder calorífico, que varía entre las 11980 y 11219 calorías, para los provenientes de Pirín y entre las 10645 y 10803 calorías para los provenientes de Paita y Tumbes; lo que demuestra, que el poder calorífico de los aceites hasta ahora conocidos en los yacimientos meridionales es mayor que el correspondiente á los productos de los yacimientos septentrionales. Además, se ha comprobado que el poder calorífico

(1).—La influencia del azufre en el valor industrial de un petróleo depende de los diferentes usos á que este se dedique, pues, en muchos casos, su presencia facilita la separación de los diversos productos comerciales contenidos en los crudos; y hasta existe un procedimiento, recientemente patentado, que está basado en la adición de azufre para lograr esas distintas separaciones. La parafina, por ejemplo, extraída de aceites conteniendo azufre resulta más blanca y consistente que la derivada de petróleos que no lo contienen.

CUADRO Nº 1

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS PETRÓLEOS PERUANOS

Localidad	Densidad Be.	Carbono	Hidrógeno	Oxígeno	Nitrógeno	Azufre	Autor del análisis
Zorritos Nº 1......	36°	84.90 %	13.70 %	1.40 %	....	....	J. Salathe–Titusville, Pa.
Zorritos Nº 2......	36°07	86.08 %	13.06 %	0.748 %	0.071 %	0.041 %	Dr. R. Fresenius—Wiesbaden
Zorritos Nº 3......	36°43	75.81 %	18.43 %	5.76 %	....	....	Paul Jeserich—Berlín.
Lobitos..............	35°8	....	....	....	....	0.064 %	Randolph Sluter—New York
Negritos.............	36°	....	....	....	....	0.059 %	,, ,, ,,
Cabo Blanco.......	34°6	....	....	....	....	0.053 %	,, ,, ,,
Lagunitas..........	39°3	....	....	....	....	0.049 %	,, ,, ,,
La Brea..............	18°2	....	....	....	....	0.035 %	,, ,, ,,

de todos estos aceites es tanto más elevado, cuanto más livianos son los crudos. Puede estimarse en 10707 calorías el poder calorífico medio de los aceites combustibles provenientes de los yacimientos septentrionales y en 11515 calorías el correspondiente á los petróleos meridionales.

CUADRO Nº 2

PODER CALORÍFICO DE LOS PETRÓLEOS PERUANOS

Localidad	Densidad Be.	Calorías	Autor
Zorritos...........	36°	10672	J. Salathe—Titusville, Pa.
Lobitos	31°5	10645	Bol Nº 50 del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú.
Negritos	34°95	10803	A. Beeby Thompson—London.
Piríu Nº1.........	37°95	11980	Samuel Pavez A.—Universidad de Chile, Santiago.
Pirín Nº 2........	35°98	11219	Samuel Pavez A.—Universidad de Chile, Santiago.
Pirín Nº 3........	37°17	11345	Samuel Pavez A.—Universidad de Chile Santiago.

Coeficiente de expansión.

El coeficiente de expansión de los crudos peruanos, especialmente de los livianos costaneros de Paita y Tumbes, es alrededor de 0.00072 por grado centígrado, pero varía con su densidad ó con la alteración de la temperatura y también con la calidad de los petróleos, aunque sean de la misma densidad. Así, los crudos de La Brea y de La Breíta poseen un coeficiente de expansión menor que el correspondiente á los crudos de Lagunitas, Negritos, Lobitos y Zorritos. En general, el coeficiente de expansión de los aceites peruanos es moderado y análogo al correspondiente á los aceites pesados americanos de West Virginia y Pennsylvania y á los crudos livianos de Baku.

Punto de congelación.

El punto de congelación de los crudos peruanos es variable, dependiendo exclusivamente de la naturaleza de sus respectivas bases. Generalmente está comprendido entre los 4º y 6º C. sobre cero para los petróleos de base mixta, que constituyen el 80% de de los aceites reconocidos hasta ahora en el país. Los restantes

ó sean los de base asfáltica tienen un punto de congelación bajo cero grado centígrados, lo que permite obtener de ellos lubricantes de igual graduación.

El predominio en nuestros yacimientos de los crudos de base de asfalto y parafina, y que obliga á calificarlos de base mixta, se debe no solo á la producción de aceites que originariamente contienen ambos hidrocarburos en su composición, como pasa en los yacimientos meridionales y en algunas arenas que forman los septentrionales, sino también á las mezclas inevitables que se realizan durante la explotación simultánea de los crudos de base asfáltica y de base parafinosa; mezcla involuntaria que se realiza durante la operación del bombeo y que no es posible impedir económicamente, debido á la naturaleza y condiciones especiales de los yacimientos productores.

Como en los yacimientos septentrionales, las arenas saturadas de petróleo son de área limitada y están completamente aísladas unas de otras y caprichosamente distribuídas por el subsuelo de dicha región, parece que esta independencia en la concentración de los crudos ha facilitado, también, su selección en productos de base diferente, no obstante la ubicación inmediata de esas arenas, tanto vertical como horizontalmente; presentándose el caso de concentraciones de base asfáltica superpuestas á otras de base parafinosa y perforadas ambas por un mismo pozo, lo que obliga á bombear mezclados sus respectivos rendimientos, obteniéndose así los crudos de base mixta. Idéntico resultado se obtiene de pozos productores muy vecinos, que es el caso más general en la región petrolífera del norte del país. Los petróleos de base asfáltica, que son los menos, encierran un porcentaje de este hidrocarburo que varía entre el 11.11% y el 31% (Petróleos de Zorritos).

Los crudos provenientes de Pirín son aceites de base mixta, encerrando parafinas y asfaltos de naturaleza blanda y sólida. El porcentaje de la parafina blanda varía entre el 26.05 % y el 19.3% y el de la sólida es de 5.60%. Los asfaltos blandos varían del 3.015% al 3.222% y solo contienen indicios del tipo de los sólidos; de lo que se desprende, que estos crudos encierran mayor proporción de parafinas que de asfaltos.

Punto de inflamación.

El punto de inflamación de los crudos peruanos, es, generalmente, bajo, debido á su riqueza en elementos volátiles, sobre todo tratándose de los aceites costaneros de Paita y Tumbes.

Para estos, su punto de inflamación medio está alrededor de 130°F., siendo de 150°F. para los aceites provenientes de La Brea y de 220°F para los del Lago Titicaca.

Punto de ebullición inicial.

El punto de ebullición inicial de todos estos crudos está comprendido entre los 102°F y 158°F. Para el petróleo de La Brea que, por su naturaleza y consistencia hace excepción, es de 91°F. Para los aceites de Pirín es de 120°F por término medio.

DESTILACIÓN FRACCIONADA DE LOS PETRÓLEOS PERUANOS

Productos comerciales.

El porcentaje de productos comerciales, que, por destilación fraccionada corriente, puede obtenerse de los crudos mencionados, es variable, según sea la procedencia de estos últimos; pudiéndose establecer, por ahora, tres grupos diferentes principales, á saber: los aceites livianos costaneros de Zorritos, Cabo Blanco, Lobitos, Negritos y Lagunitas, en la región septentrional del país; los pesados de la zona interior de La Brea y de La Breíta en la misma región y los livianos trasandinos de Pirín, en las márgenes del Lago Titicaca, correspondientes á la región petrolífera meridional.

Los crudos costaneros septentrionales, que son los mejor reconocidos hasta ahora, en virtud de haber sido ya vastamente explorados en profundidad y superficialmente, son los únicos que pueden dar una idea más exacta sobre la composición media de los aceites nacionales predominantes. Los otros dos grupos mencionados no están en las mismas condiciones, por no haber sido suficientemente explorados todavía, razón por la cual no sería posible establecer conclusiones definitivas sobre análisis de muestras, cuya naturaleza bien puede sufrir variaciones fundamentales en virtud de reconocimientos futuros.

En la apreciación de los crudos septentrionales costaneros se aplica el análisis realizado por el suscrito en la refinería: "The Atlantic Refining C°". de Philadelpia, bajo la dirección inmediata del químico principal de dicha refinería, Mr. F. C. Robinson, una de las mayores autoridades existentes en los Estados Unidos de Norte América en materia de química petrolera. Los resultados obtenidos por el suscrito fueron igualmente confirmados con los

obtenidos por la misma autoridad, analizando muestras del mismo orígen y de densidad semejante, como puede apreciarse en el Cuadro Nº 13 adjunto, sobre el análisis de los diferentes petróleos peruanos hasta ahora conocidos en el país.

La muestra analizada por el suscrito fué un crudo proveniente de los yacimientos de Negritos, de densidad específica 0.8498 ó sea de 35°Be. á 60°F. y que, como se ha expuesto anteriormente, es la densidad media corriente de los crudos predominantes en la región septentrional.

Ensaye de la destilación de un petróleo crudo de Negritos.

Del ensaye de la destilación de este crudo de Negritos, iniciada sobre una temperatura de 167°F. y apreciada de 18 en 18ºF. (10°C en 10°C), puede deducirse, que el 16 por ciento de sus elementos componentes se destila á una temperatura inferior á los 302°F. (150°C) y el 36 por ciento entre los 302°F. y 572°F. (300°C). El total de elementos destilados hasta los 600°F asciende al 57% y el monto de los resíduos al 42%. El Cuadro Nº 3 detalla los resultados obtenidos del ensaye de esta destilación.

Destilación fraccionada.

Sometiendo este mismo crudo á una destilación fraccionada corriente, á fuego y vapor, se logra obtener una serie de destilados, que representan un total de 80.8 %, en volúmen, del crudo tratado y un resíduo de 15.6 %, que es muy pesado y cuya destilación solo podría continuarse siguiendo un procedimiento diferente (Proceso Cracking).

El Cuadro Nº 4 detalla las diferentes fracciones obtenidas de la destilación de una carga de 8000 centímetros cúbicos, sobre una temperatura inicial del alambique de 262ºF. hasta los 645ºF.

La primera fracción de destilados está constituída por una mezcla de los hidrocarburos más livianos, movibles y transparentes, con una densidad de 60.3° Be. a 60ºF. y un punto de ebullición medio de 227ºF.

La segunda fracción la forman los hidrocarburos algo más turbios, menos livianos y movibles, de una densidad de 52º8Be. y un punto de ebullición medio de 295ºF.

CUADRO Nº 3

ENSAYE DE LA DESTILACIÓN DE UN PETRÓLEO CRUDO PERUANO (1)

Temperatura en °F. Sobre los 167°F.	Porcentaje
176°F.	0 %
194°F.	1 %
212°F.	2 %
230°F.	2 %
248°F.	2 %
266°F.	2 %
284°F.	3 %
302°F.	4 %
320°F.	4 %
338°F.	4 %
356°F.	3 %
374°F.	2 %
392°F.	3 %
410°F.	2 %
428°F.	2 %
446°F.	2 %
464°F.	2 %
482°F.	2 %
500°F.	2 %
518°F.	3 %
536°F.	2 %
554°F.	1 %
572°F.	2 %
590°F.	3 %
600°F.	2 %
Total	57 %
Pérdidas	1 %
Resíduos	42 %
	100 %

(1).—Ensaye realizado en la refinería "The Atlantic Refining Co." de Philadelphia.

CUADRO Nº 4

DESTILACIÓN FRACCIONADA DE UN PETROLEO CRUDO PERUANO A FUEGO Y VAPOR (1)

Carga del alambique: *8000 cc.*
Densidad de la carga: *35°Be. a 60° F.*
Origen de la muestra: *Yacimientos de "Negritos"*

Fracción Nº	Temperatura del Alambique en °F.	Volumen en cc.	% Crudo (en volúmen)	Densidad Be.	Temperatura en °F.	Densidad Be. corregida a 60°F.	Viscosidad en segundos a 100°F. (Saybolt)	Punto de inflamación en°F. (crisol abierto)
1	262°F.							
2	342°F.	810	10.1 %	61°8 Be.	73°F.	60°3 Be.	....	....
3	360°F.	780	9.8 %	54°1 Be.	73°F.	52°8 Be.	....	....
4	408°F.	800	10.0 %	48°7 Be.	73°F.	47°5 Be.	....	....
5	450°F.	805	10.1 %	42°0 Be	73°F.	40°9 Be.	32″	125°F.
6	516°F.	760	9.5 %	36°0 Be.	73°F.	35°0 Be.	36″	190°F.
7	568°F.	760	9.5 %	31°5 Be.	73°F.	30°6 Be.	45″	245°F.
8	606°F.	770	9.6 %	27°8 Be.	75°F.	26°8 Be.	82″	300°F.
9	645°F.	980	12.2 %	23°6 Be.	75°F.	22°7 Be.	427″	380°F.
Total........................		6465	80.8 %	....	....	38°3 Be.	....	....
Resíduo........................		1245	15.6 %	20°8 Be.	212°F.	11°4 Be.	1050″ á 212°F.	545°F.
Pérdidas........,.............		290	3.6 %					

(1) Destilación efectuada en la refinería "The Atlantic Refining Co." de Philadelphia.

La tercera fracción la componen productos más oscuros y opacos, que los del grupo anterior, más pesados y menos movibles, de una densidad de 47°5 Be. y con un punto de ebullición medio de 369°F.

La cuarta fracción está compuesta de hidrocarburos más pesados (40°9Be.), con un punto de ebullición más elevado (460°F), de una viscosidad de 32" á 100°F. (Saybolt) y de 125°F. de inflamación, en crisol abierto.

Las demás fracciones están constituídas por hidrocarburos que van oscureciendo y aumentando gradualmente en densidad, viscosidad y punto de inflamación, hasta llegar al resíduo final, que está formado por un producto bruno oscuro, muy denso (11°4 Be.), muy viscoso (1050" a 212°F.) y cuyo punto de inflamación, en crisol abierto, alcanza a 545°F.

De las ocho primeras fracciones, que representan el 80.8 % del crudo tratado, con densidad de 38.3° Be., se derivan los productos comerciales principales, como son las gasolinas, los lampantes, los gas-oils, los lubricantes, etc., de los que pueden obtenerse numerosos subproductos, en proporción y naturaleza variadas.

CUADRO N° 5

RENDIMIENTO DE PRODUCTOS COMERCIALES DE UN PETRÓLEO CRUDO PERUANO

Productos	Densidad Be.	Punto de ebullición medio	Punto de inflamación	Viscosidad a 212°F.	Viscosidad a 100°F.	Porcentaje
Gasolinas y Naftas..	56°2	265°F.	....	....	....	24.2%
Aceites Lampantes..	39°2	450°F.	....	....	....	24.8%
Aceites para Gas......	30°4	....	250°F.	....	47″	14.8%
Aceites Lubricantes	23°4	....	365°F.	....	285″	17. %
Resíduos..................	11°4	....	545°F.	1050″	....	15.6 %
Pérdidas.................	....	....	....	....	....	3.6 %

Gasolinas y Naftas.

El grupo de las gasolinas y naftas, reunido hasta los 338°F. y cuyo punto de ebullición medio es de 265°F., constituye un producto de olor agradable y porcentaje muy apreciable, que justifica la fama de nuestros crudos respecto a su riqueza en sustan-

CUADRO Nº 6

RENDIMIENTO DE GASOLINAS Y NAFTAS DE LOS PETRÓLEOS CRUDOS PERUANOS

PETROLEOS CRUDOS	GASOLINAS LIVIANAS			NAFTAS PESADAS			AUTOR DEL ANALISIS
	Temperatura	%	Densidad a 60ºF.	Temperatura	%	Densidad a 60ºF.	
Negritos..................	Hasta 250ºF.	14.2%	65º Be.	250º–302ºF.	16.2%	53º Be.	Randolph Sluter
Lagunitas..............	,, ,,	14.6%	64º9 Be.	250º–330ºF.	15.7%	53º1Be.	,, ,,
Lobitos..................	,, ,,	13.2%	64º8 Be.	250º–360ºF.	17.6%	52º1Be.	,, ,,
Restín....................	,, ,,	10.2%	65º Be.	250º–302ºF.	9.8%	54º5Be.	,, ,,
Zorritos..................	,, 176ºF.	11.8%	....	176º..302º.F	11.1%	....	J. Salathe

cias livianas. Desgraciadamente, su cantidad no guarda relación con su calidad, determinada por su graduación Be. Los crudos de Negritos, por ejemplo, producen, en bruto, un total de 24.2 % de gasolinas y naftas, pero solo de 56º2 Be. ó sea de una graduación inferior de la que se considera como límite para las gasolinas de primera calidad y que, como se ha expuesto anteriormente, es de 58ºBe. Es cierto, también, que pueden obtenerse destilados de esta graduación y aún mayor, hasta de 65ºBe., pero con gran sacrificio de su porcentaje total obtenido en la forma indicada.

Según lo expresa el Cuadro Nº 6, los crudos de la región tratada pueden también producir gasolinas livianas, hasta del tipo de 65ºBe., pero reduciendo su rendimiento total en un 50 % más ó menos. Desde luego estas apreciaciones se refieren solamente al rendimiento bruto en gasolinas y naftas y de ninguna manera al obtenido por rectificación de estos productos, que permite obtener graduaciones hasta de 76ºBe.

La generalidad de los crudos provenientes de los yacimientos costaneros septentrionales tienen un rendimiento de estos destilados que varía entre el 24 % y 30 %, con una densidad comprendida entre los 56º y 52°Be. (Véase Cuadro Nº 13 sobre "Análisis de los Petróleos Peruanos"). Solo pueden citarse casos aíslados, como en Zorritos, por ejemplo, en donde ciertos crudos producen un porcentaje mayor de gasolinas (29.3 %) y de menor densidad (57º7 Be.).

Los mejores petróleos del mundo, apreciados por su mayor rendimiento en productos comerciales y entre los que puede considerarse el "Pennsylvania Grade", rinden igualmente un porcentaje elevado en gasolinas y naftas, pero mas livianas (25 % de 63º1Be.) y, por lo tanto, de mejor calidad. Otros crudos como los provenientes de los yacimientos de Oklahoma y Kansas, por ejemplo, rinden igualmente destilados de la densidad reglamentaria (59ºBe.), aunque en menor proporción (15 %).

La destilación fraccionada del grupo de gasolinas y naftas provenientes del crudo peruano comprueba que son, más ó menos, homogéneas en su composición, no encerrando proporciones exageradas de hidrocarburos de elevado punto de ebullición, lo que significa, que este grupo de gasolinas puede perfectamente emplearse en la carburación del aire ó del gas y como elemento propulsor en los motores de combustión interna. El Cuadro Nº 7 expresa los resultados obtenidos de esta destilación fraccionada, apreciada cada 10º C. ó sea de 18º en 18°F., sobre una temperatura

inicial de 181°F. Según este análisis, el 12 % de los elementos componentes de las gasolinas peruanas hierve á una temperatura inferior á 212°F. (100°C) y el 85 % entre los 212°F. y los 446°F. (230°C). Su punto de ebullición medio alcanza á 265°F.

CUADRO N° 7

DESTILACION FRACCIONADA DEL GRUPO DE LAS GASOLINAS Y NAFTAS PROVENIENTES DE UN PETROLEO CRUDO PERUANO (1)

Temperatura	Porcentaje
A los 194°F.	3 %
„ „ 212°F.	9 „
„ „ 230°F.	13 „
„ „ 248°F.	18 „
„ „ 266°F.	14 „
„ „ 284°F.	12 „
„ „ 302°F.	9 „
„ „ 320°F.	7 „
„ „ 338°F.	4 „
„ „ 356°F.	3 „
„ „ 374°F.	2 „
„ „ 392°F.	1 „
„ „ 410°F.	1 „
„ „ 428°F.	1 „
„ „ 446°F.	0 „
„ „ 452°F.	1 „
Total..............................	98 %
Pérdidas..........................	1 %
Resíduo...........................	1 %
Punto de ebullición medio	265°F.

Aceites Lampantes.

Los aceites lampantes, obtenidos entre los 338°F. y los 536F. son de buen color (Standard White) y de olor penetrante. Su porcentaje total es de 24.8 %, con una densidad 39°2Be., un punto de ebullición medio de 450°F. y uno de combustión de 117°F. (Abel).

Igualmente en este caso, como en el de las gasolinas y naftas, el porcentaje de los destilados es elevado, pero de densidad infe-

(1) Ensaye practicado en la refinería "The Atlantic Refining C°" de Philapelphia.

rior á la establecida como límite para los aceites lampantes de buena calidad y que está fijada en 44ºBe., como ya se ha expuesto. Productos de esta densidad podrían también obtenerse de los peruanos, pero sacrificando su porcentaje total. que, en ese caso, se reduciría á un 12 ó 14 % ó sea en un 50 % del producido corrientemente para un producto de inferior calidad.

La mayoría de los crudos provenientes de la región tratada, producen lampantes de estas condiciones, variando su porcentaje entre el 37 % y el 22 % y su densidad entre los 39º7Be., que es la graduación de los provenientes de los crudos de Restín, y los 40ºBe., que es la correspondiente á los lampantes provenientes de los aceites de Lobitos y de otros crudos de Negritos. Solo algunos de los lampantes provenientes de los crudos de Lagunitas constituyen destilados de elevado porcentaje y de mejor calidad; pero, desgraciadamente, esto no es lo corriente, como sucede, por ejemplo, con todos los lampantes provenientes de otros aceites crudos, como del "Pennsylvania Grade", cuyo porcentaje alcanza al 26.6 %, con una densidad media de 48ºBe. El tipo de lampante "Water White", derivado de estos crudos y que es de renombre mundial por su color, límpido como el agua, baja viscosidad (385" á 100ºF.) y magnífico poder iluminante, es un destilado de 45º9 Be., con un punto de combustión de 116ºF. (Abel). Los crudos "Mid-Continent" producen, también, lampantes de densidad reglamentaria (44ºBe.), aunque en menor proporción (20.7 %), pero que representa siempre un porcentaje mayor del que rendirían los crudos peruanos al producir destilados de esa densidad.

Otra desventaja de los aceites lampantes nacionales deriva de la presencia constante del azufre en su composición, cuyo contenido varía entre el 0.011 y el 0.014 %, siendo una impureza difícil de eliminar completamente en su tratamiento de purificación; razón por la cual nuestros kerosenes presentan siempre cierta tendencia a humear al quemarse, lo que afecta su poder iluminante y explica el porqué los lampantes peruanos no pueden, hasta ahora, competir, en el país y aún en las repúblicas vecinas, con los de origen americano importados, á pesar del mayor precio de estos últimos.

El Cuadro Nº 8 resume las características principales de los diferentes tipos de lampantes provenientes de algunos crudos predominantes en la región tratada y que han sido analizados, en New York, por el químico americano Mr. Randolph Sluter, representante de la firma "Chas. Martín &. Co., Inspectors of Petroleum", autorizada por el Produce Exchange de esa ciudad.

CUADRO Nº 8

LAMPANTES PROVENIENTES DE ALGUNOS PETRÓLEOS CRUDOS PERUANOS

Lampantes	Densidad á 60ºF	%	Punto de combustión (Abel c. c.)	Viscos	Color	Azufre
Restín	39°7Be.	36.6 %	73°F.	365″ á 130°F.	6 (Standard White muy oscuro)	0.012 %
Lobitos	40° Be.	22. %	122°F.	440″ á 60°F.	10 Standard White	0.014 %
Negritos	40° Be.	23. %	112°F.	400″ á 60°F.	10 ,, ,,	0.011 %
Lagunitas	44° Be.	31.51 %	100°F.	385″ á 60°F.	12 ,, ,,	0.011 %

Gas-Oils.

El grupo de los gas–oils, obtenido entre los 536ºF y 600ºF. resulta un producto amarillo oscuro, pesado, de bajo porcentaje y de elevada densidad (14.8 % de 30°4 Be.), si tenemos en cuenta, de un lado, los límites de densidades reglamentarias dentro de los cuales está, generalmente, considerado este tipo de destilados ó sea entre los 39º y 33º Be., como se ha expuesto anteriormente, y, de otro lado, la producción de estos mismos destilados provenientes de otros crudos, como del "Pennsylvania Grade", por ejemplo, (19.5 % de 39º1 Be.) y de los aceites "Mid–Continent" (34.1 % de 33°Be.), obtenidos dentro de las mismas temperaturas fijadas para los gas-oils del país.

Es cierto, que también pueden producirse, en este caso, gas–oils de 33ºBe., por lo menos, pero reduciendo su rendimiento total, como puede apreciarse por los análisis correspondientes á otros crudos provenientes del mismo yacimiento de Negritos, de Lagunitas y de Lobitos. (Véase Cuadro Nº 13 sobre Análisis de los Petróleos Peruanos).

Igualmente podría mejorarse la calidad y cantidad de los gas–oils peruanos, sacrificando el porcentaje de aceites lampantes de inferior calidad obtenidos del mismo crudo, ya que, por la baja densidad Baumé de estos últimos (39º2 Be.), no serían productos muy codiciados para alumbrado. En este caso, ciertamente, se lograría aumentar su porcentaje de modo considerable, á la vez que mejorar su calidad, en un 24% de unos 36 á 37ºBe; pero, como se trata de una mejora con sacrificio de un producto de mayor importancia industrial, como son los aceites lampantes, sólo sería recomendable este procedimiento en el caso de presentarse gran demanda por aceites para la fabricación de gas, lo que no acontece actualmente entre nosotros.

La baja graduación de 30º4 Be. obtenida para los gas–oils destilados por el suscrito, de 250ºF. de inflamación en crisol abierto y de 47" de viscosidad á 100ºF., ofrece la facilidad de poderlos desdoblar, obteniéndose así un grupo de aceites lubricantes muy livianos, de unos 24ºBe,, de 180" de viscosidad á 100ºF., de inflamación á 340ºF. en crisol abierto, y cuyo porcentaje puede alcanzar hasta el 8%. En este caso, el grupo de gas–oils quedaría reducido á un 6.8% de 32ºBe; producto de menor porcentaje y de mejor calidad, pero que siempre pone en evidencia la desfavorable condición de los crudos peruanos hasta ahora conocidos para producir destilados apropiados de esta naturaleza.

Lubricantes.

El grupo de los aceites lubricantes destilados, que alcanzan un porcentaje de 17%, constituyen un producto algo pesado (23º4 Be.) y de elevada viscosidad (285" á 100°F.), para un punto de inflamación igualmente elevado de 365ºF., en crisol abierto. Esta exagerada viscosidad de los lubricantes analizados, que les resta importancia industrial, podría reducirse, pero, resulta que, conjuntamente, se reduciría también su punto de inflamación, lo que es una desventaja mayor.

No sucede lo mismo con los aceites lubricantes provenientes de otros petróleos, como del "Pennsylvania Grade", por ejemplo, que, además de ser más livianos (32º5 Be.), están caracterizados por una baja viscosidad (117" á 100°F.) y un elevado punto de inflamación (350ºF. en crisol abierto); pudiéndose obtener de esos crudos, tipos de aceites hasta de 124" de viscosidad á 212°F., con un punto de inflamación de 555°F. y un punto de congelación inferior á 45º F. La densidad de estos lubricantes, conocidos en el mercado con el nombre de "Extra Long Distance Cylinder Oils", es de 29º5 Be.

Los petróleos peruanos, en general, no pueden producir lubricantes de esta clase de "*Steam Cylinder Oils*"; pero, en cambio, los de base asfáltica producen lubricantes de punto de congelación inferior á cero grado centígrado, por el estilo de los obtenidos de ciertos crudos provenientes de los yacimientos de Kern, en el Estado de California, por ejemplo, y que alcanzan hasta 30º y 35º bajo cero grados centígrados (—22°F. á —31ºF.). Eso sí, los crudos peruanos producen aceites lubricantes livianos de primera calidad, del tipo: "Extra White Rose", "Pale Neutral" y "Red Neutral", provenientes del "Pennsylvania Grade" y cuyas características se expresan á continuación.

CUADRO Nº 9

TIPOS DE ACEITES LUBRICANTES LIVIANOS QUE PUEDEN PRODUCIR LOS PETRÓLEOS CRUDOS PERUANOS

Nombre	Densidad	Viscosidad á 100°F.	Punto de inflamación
Extra White Rose	33º5 á 34º5 Be.	88″ á 95″	355º á 365ºF.
Pale Neutral.........	30º á 31º Be.	140″ á 150″	390º á 400ºF.
Red Neutral.........	39º á 31º Be.	162″ á 172″	395º á 410°F.

Resíduos.

El resíduo de la destilación del crudo analizado, cuyo porcentaje es de 15.6%, es un producto muy denso (11º4 Be.), sumamente viscoso (1050" á 212ºF.), de elevado punto de inflamación (545ºF. en crisol abierto) y que solo puede ser utilizado como combustible, previa mezcla con otros productos más livianos y que sean de escasa importancia para otra aplicación. Los resíduos peruanos no ofrecen, pués, la ventaja de otros resíduos como los provenientes del "Pennsylvania Grade", por ejemplo, que por su baja viscosidad (213" á 212ºF.) y elevado punto de inflamación (555ºF. en crisol abierto), es posible convertirlos totalmente en aceites lubricantes de primera calidad.

Coke.

Conducida la destilación del crudo peruano hasta el coke, se obtiene un producto final sólido, de gran lustre metálico, que solo deja trazas de cenizas al incinerarse, constituyendo un excelente combustible, de elevado poder calorífico.

Asfalto.

Cuando se trata de crudos de base asfáltica, se aisla esta sustancia, cuyo porcentaje varía desde el 19 al 31 por ciento. El asfalto del tipo sólido puede ser utilizado perfectamente para pavimentación (Road Binder), no así el de tipo blando. Cuando se trata crudos de base mixta, generalmente no se utiliza ni el asfalto, ni la parafina que contienen.

El análisis detallado representa el rendimiento corriente, en productos comerciales, de un tipo de petróleo predominante en la región costanera septentrional del país. Ese rendimiento total corriente se estima en un 40% de producto crudo.

PETRÓLEOS DE LA BREA

Los petróleos de La Brea, provenientes de los yacimientos interiores septentrionales del país y que todavía atraviesan por un periodo de exploración poco intensiva, constituyen crudos de naturaleza muy diferente y de valor industrial inferior de los que caracterizan á los yacimientos costaneros ya descritos.

A juzgar por los pocos ejemplares diferentes que, hasta ahora, se disponen de estos petróleos, puede establecerse que son crudos muy pesados, de 18°2 Be. (0.9452), muy viscosos (304'' á 130°F.) y de bajo punto de inflamación, que alcanza á 150°F.

Además, todos estos petróleos son muy pobres en gasolinas y naftas (0.8%) y de solo regular rendimiento en aceites lampantes (16.4%), pero de mala calidad, por ser muy pesados (34°3 Be.), por su bajo punto de combustión (86°F. Abel), elevada viscosidad (555'' á 60°F.) y contenido en azufre (0,014%). Su rendimiento en gas-oils es, igualmente, reducido (9,6%), consistiendo en un producto pesado (26°Be.), pero con pequeña proporción de azufre, lo que constituye una ventaja recomendable para este grupo de destilados.

La pobreza de los crudos de La Brea en sustancias livianas está compensada por un rendimiento elevado en aceites lubricantes (alrededor de 30%) que, tanto por su composición y densidad, como por las variaciones que experimenta su viscosidad con relación á los cambios de temperatura y punto de inflamación, constituyen destilados comparables á los lubricantes provenientes de los crudos pesados de Texas; pero, con la diferencia, que la destilación de estos últimos es fácil y económica, lo que no acontece con los de La Brea, que ofrecen tantas dificultades para su tratamiento como los crudos de México, con su elevada viscosidad y fuerte proporción de agua, que generalmente contienen. Esa mayor dificultad para destilar los crudos de La Brea, cuya proporción de agua es alrededor de 5%, recargada con 1% de impurezas, aumenta su costo de tratamiento é impide, por lo tanto, obtener lubricantes baratos.

Los resíduos de la destilación de los crudos tratados son generalmente muy densos, viscosos, de bajo punto de inflamación y producen un asfalto negro brillante, no oxidado, con un punto de fusión sobre 200°F., y que es poco utilizable industrialmente. En cambio, puede obtenerse de estos petróleos de La Brea, del

mismo modo que de los crudos de California, un excelente producto aglomerante, del tipo "Dust Laying Oils" que produce el "Pennsylvania Grade".

El Cuadro Nº 10 adjunto expresa los resultados obtenidos del análisis, practicado por el químico Randolph Sluter, de New York, de un crudo corriente procedente de La Brea.

Los petróleos de La Breíta hasta ahora aparentan ser semejantes á los de La Brea, á juzgar por las escasas muestras obtenidas de exploraciones efectuadas muy superficialmente; y es de presumirlo, dadas la naturaleza y ubicación relativa de ambos yacimientos.

CUADRO Nº 10

ENSAYE DE UN PETROLEO CRUDO DE LA BREA

Densidad específica	0.9452 á 60ºF.
,, Baumé	18º.2 Be. á 60°F
Punto de inflamación	150ºF.
Viscosidad á 130ºF	340"
Azufre	0.035%
Agua y sedimentos	0.3%
Color	Bruno oscuro
Punto de ebullición inicial	91ºF.
Gasolinas y Naftas hasta los 250ºF	0.4 %
,, ,, ,, entre 250º y 302ºF	0.4%
Aceites Lampantes ,, 302º y 554ºF	16.4%
Densidad: 34º3 Be. á 60ºF.	
Combustión: 86°F. Abel	
Viscosidad á 60ºF.: 555″	
Color: —10	
Azufre: 0.014%	
Aceites para Gas entre 554º y 600ºF	9.6 %
Densidad: 26ºBe. á 60ºF.	
Resíduos	72.6%
Densidad: 14º7Be. á 60°F.	
Punto de inflamación: 330ºF.	
Viscosidad á 60ºF.: 555″	
,, á 212ºF.: 189″	

PETRÓLEOS TRASANDINOS MERIDIONALES

Petróleos de Pirín.—Los petróleos trasandinos meridionales, provenientes de los yacimientos de Pirín, en el Lago Titicaca, á pesar de no haber sido aún suficientemente explorados, se ha logrado reconocerlos en una profundidad tal, que ya permite formarse un concepto sobre su verdadera naturaleza y composición y, por lo tanto, sobre la importancia industrial de los petróleos concentrados en el subsuelo de esa región y no alterados por agentes atmosféricos.

Según los análisis ejecutados en la Universidad de Chile, por el químico ingeniero Samuel Pavéz, jefe del Laboratorio de Química de dicha universidad y autoridad no menos valiosa y digna de fé, que la citada de Sluter en New York y de Robinson en Philadelphia, los petróleos nombrados, generalmente muy livianos, representan hidrocarburos pobres en gasolinas y naftas, pero ricos en aceites lampantes y lubricantes, pudiendo constituír, igualmente, un buen producto combustible.

Así, el rendimiento de estos crudos en *gasolinas y naftas*, solo varía entre el 0.84 % y el 1.74 %. Estos destilados presentan un aspecto lechoso impuro y están cargados de agua, en una proporción que varía del 0.008 % al 0.051 %.

El porcentaje *en aceites lampantes* es elevado, variando entre el 17.69 % y el 30.39 %. Son de densidad media apropiada, comprendida entre 43º4 y 44°Be.; pero, en cambio, su viscosidad es baja, pues solo alcanza variaciones de 65.4" a 67.5" á 100ºF. Engler, (siendo la viscosidad del agua 51.7" á 68°F.), y su punto de combustión elevado (alrededor de 146ºF. Abel), lo que constituye una característica poco favorable para su poder iluminante. El punto de congelación de todos estos lampantes es inferior á cero grados centígrados, variando entre los 12° y 13º bajo 0ºC.

De este grupo de destilados puede obtenerse tres clases diferentes de lampantes, predominando los de tercera, obtenidos entre los 482º y 572ºF., con un rendimiento de 23.64% de 44ºBe., una viscosidad de 65.4" á 100ºF. (Engler), un punto de combustión de 146ºF. (Abel) y un punto de congelación de 13º bajo 0ºC. Su coloración característica es amarillenta, lo que permite distinguirlos, á la simple vista, de los de primera y segunda clase, cuyo

color es blanco (Standard White). El rendimiento y calidad de estas tres diferentes clases de lampantes se expresan en el Cuadro Nº 11.

CUADRO Nº 11

LAMPANTES PROVENIENTES DE LOS PETRÓLEOS CRUDOS DE PIRÍN

CALIDAD	Temperatura	Rendimiento	Densidad á 60°F.
Lampantes de 1ª	302° á 392° F.	0.58 % á 2.32 %	
Lampantes de 2ª	392° á 482° F.	2.50 ,, á 4.52 %	52° á 48° Be.
Lampantes de 3ª	482° á 572° F.	14.64 ,, á 23.64 %	44° á 43°4 Be.

El rendimiento en *gas-oils* es igualmente apreciable, variando entre el 11.03 % y el 12.42 %. Estos destilados constituyen un producto amarillo paja muy liviano, de densidad comprendida entre los 41º8 y 43º8 Be. y de viscosidad acentuada (66" á 73.5" á 100ºF. Engler). Su punto de inflamación es al rededor de 221°F. (Pensky y Martens) y el de congelación entre los 4º y 5º5 bajo 0ºC. Este grupo de destilados puede rendir, igualmente, un porcentaje apreciable de lubricantes livianos.

Los *resíduos* provenientes de la destilación de los crudos nombrados, sobre los 608ºF. y sin eliminar el grupo de los aceites lubricantes que contienen, varían del 57.44 % al 68.98 %, formando un producto pesado, cuya densidad queda comprendida entre los 31ºBe. á 61º F. y los 35ºBe, á 77ºF., por ser muy viscosos á los 60º F. El punto de inflamación de estos resíduos es bajo, al rededor de 286ºF. (Pensky y Martens) y su punto de congelación entre los 14º5 y 19ºC. sobre cero.

Por lo general estos resíduos encierran *parafina y asfalto*, del tipo blando y sólido, predominando ambas sustancias en la forma siguiente:

Parafina blanda	26.05 %
,, sólida	5.60 %
Asfalto blando	3.02 %
,, duro	indicios

Igualmente estos resíduos producen un elevado porcentaje en aceites livianos de parafina, de 39ºBe., de color amarillo rojizo y que desprenden gases inflamables á los 84ºF. La viscosidad de estos aceites es de 84.7" á 100ºF. (Engler); se tornan viscosos á los 3ºC. bajo cero y se congelan á los 10ºC. bajo cero.

Como resíduo final de la destilación de los crudos citados se obtiene un *coke*, cuyo porcentaje alcanza á 0.807 %.

COMPARACIÓN DE LOS PETRÓLEOS PERUANOS CON OTROS ACEITES TÍPICOS DEL CONTINENTE AMERICANO

La exposición hecha sobre la naturaleza y composición de los diferentes petróleos existentes en el país, así como de la calidad y cantidad de los productos comerciales que de ellos pueden derivarse, permite llegar á la conclusión que, de todos los aceites nombrados, los costaneros septentrionales son, hasta ahora, los de mayor importancia industrial, pudiéndoseles calificar como petróleos de buena calidad, pero sin que esto signifique que ocupen el primer puesto entre los conocidos en el mundo, ni siquiera entre los que actualmente se explotan en nuestro continente, especialmente en la América del Norte, en donde existen yacimientos productores de petróleos de valor industrial muy superior á los peruanos.

Esto último puede muy fácilmente comprobarse con los datos expuestos en el Cuadro No. 12 adjunto y en el cual se demuestra la importancia relativa de los aceites peruanos, en comparación con los típicos provenientes de los principales yacimientos de mayor importancia industrial hasta ahora reconocida en nuestro continente. En este cuadro comparativo, que encierra los resultados obtenidos por una serie de análisis realizados por el suscrito, en la refinería de Philadelphia ya nombrada, figuran las características principales de un tipo corriente representativo de los crudos peruanos, junto á otros igualmente corrientes y representativos de los principales petróleos americanos, que, á su vez, caracterizan determinadas zonas de explotación, como son: los petróleos provenientes de los yacimientos de Franklin, en la provincia de Venango, en la parte noroeste del Estado de Pennsylvania y que, junto con otros aceites provenientes del Estado de Wyoming, de Jack y Humble en el Estado de Texas, de Volcano, en Wood County y de Petroleum en el de West Virginia, representan el tipo de los aceites lubricantes naturales; los petróleos provenientes de la mayoría de los yacimientos de los Estados de Pennsylva-

CUADRO Nº 12

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS PETROLEOS PERUANOS CON RELACION Á LAS DE OTROS ACEITES CRUDOS TÍPICOS DEL CONTINENTE AMERICANO (1)

CARACTERISTICAS	BASE MIXTA	BASE DE PARAFINA		BASE DE ASFALTO		BASE MIXTA	
	Petróleo del *Perú*	Petróleo de *Franklin (Aceite Lubricante Natural)*	*"Pennsylvania Grade"*	Petróleo de *Texas*	Petróleo de *California*	Petróleo *"Mid-Continent" (Oklahoma)*	Petróleo de *México*
Densidad	35º Be.	31º Be.	44° Be.	21º Be.	23º Be.	34° Be.	20º Be.
Gasolinas y Naftas	24.2%	0. %	25. %	2. %	13. %	18. %	8. %
Aceites Lampantes	24.8%	17. %	26.6%	10. %	20. %	18. %	15. %
Aceites para Gas (Gas-Oils)	14.8%	24. %	19.5%	27.5 %	28. %	39. %	30. %
Aceites Lubricantes destilados	17. %	34. %	14.5%	30.5 %	14. %	10. %	7. %
Rendimiento máximo de Aceites Lubricantes para Cilindros á Vapor (Steam Cylinders Oils)	0. %	25. %	11.5%	0. %	0. %	0. %	0. %
Resíduos de 550ºF. de inflamación	15.6%	25. %	11.5%	30. %	25. %	15. %	40. %
Caracter del Resíduo	Bruno oscuro aceitoso	Verde aceitoso	Verde aceitoso	Negro asfáltico	Negro asfáltico	Negro asfáltico	Negro asfáltico
Punto de Congelación de los Aceites Lubricantes	Bajo 0º C.	Sobre 0º C.	Sobre 0º C	Bajo 0º C.	Hasta 30º bajo 0ºC.	Sobre 0º C.	Sobre 0º C.
Rendimiento en Parafina	Generalmente 0%	2.5%	2. %	0. %	0. %	1.5%	1. %
Proporción de azufre	0.059%	0. %	0. %	1.82%	0.39%	0. %	4. %

(1).—Análisis realizados en la refinería «The Atlantic Refining Cº» de Philadelphia.

nia, de West Virginia, del S. E. de Ohío y de New York, que representan el "Pennsylvania Grade"; los del Estado de Texas que, con los aceites producidos en el Estado de Louisiana, representan el tipo que caracteriza á la región petrolífera meridional central del Golfo de México; los de California, que caracterizan los aceites occidentales predominantes del lado del Pacífico; los de Oklahoma Septentrional que, junto con los aceites del Estado de Kansas, constituyen los aceites denominados "Mid-Continent" y, por último, los aceites provenientes de los yacimientos de México, que representan un tipo diferente á los nombrados.

Petróleos de Franklin.

Los petróleos de *Franklin* representan el tipo de aceites crudos de mayor pureza y viscosidad hasta ahora conocidas al estado natural, razón por la cual se les puede utilizar directamente como lubricantes, sin previo tratamiento alguno. Son aceites más pesados que los peruanos, que el "Pennsylvania Grade" y que la generalidad de los petróleos "Mid-Continent", pero menos que los de Texas, California y México. No encierran hidrocarburos livianos, como gasolinas y naftas, y su contenido en aceites lampantes es reducido ó nulo; pero, en cambio, su rendimiento en gas-oils es apreciable y el de lubricantes destilados mayor del que puede obtenerse de los demás crudos mencionados. Además, producen lubricantes de calidad superior, única, conocidos con el nombre de aceites para cilindros de máquinas á vapor (Steam Cylinder Oils) y que solo pueden obtenerse de el "Pennsylvania Grade" en menor proporción. Ya hemos expuesto anteriormente, que estos lubricantes se distinguen por su baja viscosidad y elevado punto de inflamación, tan difícil de armonizar en lubricantes de otra procedencia. Los crudos tratados contienen, también, un porcentaje apreciable en parafina, muy superior al que rinden los peruanos y no encierran azufre, como estos últimos. Representan, junto con el "Pennsylvania Grade", los petróleos de base parafinosa.

"Pennsylvania Grade".

Los petróleos, de la misma densidad ó graduación Baumé que los provenientes de los yacimientos de *Pennsylvania*, representan el tipo de aceites más livianos existentes en los Estados Unidos, de composición más simple y los de mayor rendimiento en productos comerciales, con un costo mínimo de producción. Con el

grupo anterior son los únicos que producen lubricantes para cilindros de máquinas á vapor, que constituye la característica más valiosa de ambos. Son más livianos y ricos en gasolinas, naftas, lampantes y gas-oils y de mejor calidad que los peruanos. Además, su rendimiento en parafina es apreciable y no encierran asfalto, ni azufre, como corrientemente sucede con los crudos provenientes de Texas, California, México y del Perú. En cambio, sus lubricantes, á pesar de su valiosa característica enunciada, no poseen un bajo punto de congelación, como acontece con los lubricantes derivados de los crudos peruanos de base asfáltica y de algunos otros provenientes de Texas y California.

Petróleos "Mid-Continent".

Los petróleos "Mid-Continent" representan el tipo de crudos de densidad media, que especifica también á la mayoría de los peruanos. Generalmente son menos ricos en destilados que estos últimos y que el "Pennsylvania Grade" y no encierran lubricantes para cilindros á vapor, pero rinden parafina, que raras veces se obtiene de los peruanos, y no contienen azufre como estos. Además, su porcentaje en gas-oils es superior y todos sus productos derivados por destilación son de mejor calidad que los peruanos, exceptuando los lubricantes que ofrecen un punto de congelación superior á 0ºC. Los crudos tratados representan, junto con algunos de los provenientes de México, el género de los petróleos de base mixta, característica, igualmente, de la mayoría de los petróleos peruanos.

Petróleos de Texas.

Los petróleos de *Texas* representan el tipo de los aceites pesados. Son muy pobres en destilados livianos, de regular rendimiento en lampantes y ricos en gas-oils y lubricantes corrientes, pero no de la calidad de los "Steam Cylinder Oils", que produce el "Pennsylvania Grade". En comparación con los peruanos solo ofrecen un mayor rendimiento en gas-oils y lubricantes corrientes, algunos de estos con la misma valiosa característica de congelarse á muy bajas temperaturas. Fuera de esto, los crudos tratados encierran un elevado porcentaje en azufre y de asfalto, que les resta importancia refinadora. Representan, junto con los petróleos de California, el tipo de aceites de base asfáltica.

Petróleos de California.

Los petróleos de *California* son pesados y más ricos en destilados livianos que los de Texas, pero de calidad y rendimiento total inferiores á los obtenidos de los crudos peruanos, excepto tratándose de algunos de los lubricantes, que ofrecen la misma valiosa ventaja de solo congelarse á muy bajas temperaturas, hasta 30º bajo 0ºC. No contienen parafina, pero si asfalto y azufre en mayor proporción que los del Perú, pero en menor cantidad de la que encierran los de Texas y México. Tampoco pueden producir lubricantes para cilindros á vapor como el "Pennsylvania Grade". Su importancia refinadora es inferior á la de los peruanos.

Petróleos de México.

Los petróleos de *México* son, en su mayoría, muy pesados y viscosos y de importancia refinadora actual muy insignificante, por ser muy pobres en hidrocarburos livianos y lubricantes y estar recargados de azufre y otras impurezas; razón por la cual se les estima principalmente como producto combustible ó para pavimentación. Sin embargo, no sería extraño que, apelándose á tratamientos especiales, ya sea por desintegración ó por conversión de sus componentes, les esté reservado, para un futuro no muy lejano, un mejor puesto como producto refinable.

Es de advertir, que además de los petróleos típicos enumerados, se producen en los Estados Unidos de Norte América otros aceites de variada naturaleza, pero que no constituyen un tipo especial, diferente de los mencionados. Generalmente, salvo ligeras variantes, esos aceites corresponden á algunos de los grupos de aquellos petróleos típicos. Tal sucede, por ejemplo, con los petróleos de Lima-Indiana, de Illinois y de las Montañas Rocallosas (Colorado, Wyoming, Montana, etc.).

Del estudio comparativo de las características principales expuestas y que distinguen á cada uno de los aceites típicos tratados, puede deducirse, que los peruanos representan un tipo de petróleos de importancia industrial inferior á los crudos de Franklin y al "Pennsylvania Grade", muy semejante á los "Mid Continent" y de valor muy superior á los aceites de Texas, California y de México, y que, por lo tanto, entre todos estos aceites puede asignárseles el tercer puesto en categoría, correspondiendo el primero á los aceites lubricantes naturales de Franklin y el segundo

ál "Pennsylvania Grade". Los aceites "Mid-Continent", que son los que mayor semejanza demuestran tener con los peruanos, pueden ser considerados como representativos del tercer tipo. Los aceites de Texas y California ocupan el cuarto lugar y los provenientes de México el quinto.

Contemplando todo lo expuesto hasta aquí respecto á los petróleos peruanos, se puede concluír, que son aceites de buena calidad, por la naturaleza y rendimiento de los diferentes destilados comerciales que son capaces de producir, especialmente por las valiosas características de algunos de sus lubricantes, correspondiéndoles el tercer puesto entre los petróleos crudos hasta ahora reconocidos como de mayor importancia industrial en el continente americano.

R. A. Deustua.

CUADRO No

ANALISIS DE LOS PETRO

LOCALIDAD	PROPIEDADES FISICAS				NATURALEZA DE LA BASE	PUNTO DE EBULLICIÓN INICIAL	PRODUC							
	DENSIDAD a 60 °F.		COLOR	OLOR			GASOLINAS Y NAFTAS			ACEITES LAMPANTES				
	ESPECÍFICA	BAUMÉ					%	DENSIDAD Be.	TEMPERATURA EN °F.	%	DENSIDAD Be.	TEMPERATURA EN °F.	%	DEN
Negritos Nº 1	0.8498	35° Be.	Verde oscuro	Agradable	Mixta	167° F.	24.2 %	56°2 Be.	Hasta 338° F.	24. 8 %	39°2 Be.	338°-536°F.	14.8 %	30°
Negritos Nº 2	0.8479	35°4 Be.	,,	,,	,,	....	24. %	58° Be.	,, 338° F.	34. %	37° Be	338°-536°F.	12. %	30°
Negritos Nº 3	0.8448	36° Be.	,,	,,	,,	115° F.	30.4 %	53° Be.	,, 302° F.	23. %	40° Be.	302°-554°F.	10.7 %	33°
Lagunitas	0.8284	39°3 Be.	,,	,,	,,	102° F.	30.3 %	53°1 Be.	,, 330° F.	31.51%	44° Be.	330°-554°F.	8.1 %	33°
Lobitos	0.8458	35°8 Be	,,	,,	,,	108° F.	30.8 %	52°1 Be.	,, 360° F.	22. %	40° Be.	360°-554°F.	10.6 %	32°
La Brea	0.9452	18°2 Be.	Bruno oscuro	Aromático	Asfalto	91° F.	0.8 %	....	,, 302° F.	16.4 %	34°3 Be.	302°-554°F.	9.6 %	26°
Cabo Blanco (Restín)	0.8519	34°6 Be.	Verde oscuro	Agradable	Mixta	120° F.	20. %	54°5 Be.	,, 352° F.	36.8 %	39°7 Be.	302°-554°F.	6.6 %	30°
Zorritos Nº 1	0.8480	35°35 Be.	,,	,,	,,	....	25. %	....	,, ...	28.5 %	....	....	....	.....
Zorritos Nº 2	0.8100	43°20 Be.	,,	,,	,,	....	27. %	....	,, 266° F.	37. %	....	266°-518°F.	6. %	.....
Zorritos Nº 3	0.535	37°95 Be.	,,	,,	Asfalto	....	25.37%	....	,, 302° F.	37.30%	....	302°-536°F.	....	.....
Zorritos Nº 4	0.8444	36°07 Be.	Bruno oscuro	Aromático	,,	158° F.	29.3 %	57°78 Be.	,, 302° F.	25.4 %	35°31 Be.	302°-482°F.	10.3 %	29°
Caleta Grau	....	....	....	....	....	....	5. %	....	,, ...	18. %	....	....	....	.....
Pirín Nº 1 (Huancané)	0.835	37°95 Be.	Bruno amarillento	Aromático	Mixta	....	1.74%	....	,, 302° F.	26.15%	....	302°-572°F.	....	.....
Pirín Nº 2 ,,	0.8449	35°98 Be.	,,	,,	,,	....	0.84%	....	,, 302° F.	17.69%	43°4 Be.	302°-572°F.	12.42%	41°
Pirín Nº 3 ,,	0.8389	37°17 Be.	,,	,,	,,	....	1.05%	....	,, 302° F.	30.39%	44° Be.	302°-572°F.	11.03%	43°
Islaycocha (Pallpata)	0.868	31°50 Be.	,,	,,	....	....	0.00%	....	,, ...	12.8 %	....	....	....	.....

[a] F. C. Róbinson.—Primer químico de la refinería «The Atlantic Refining C.°» de Philadelphia
[b] Randolph Sluter. Inspector of Petroleum.—Produce Exchange.—New York.
[c] F. C. Clapp.—«Petroleum and Natural Gas Resources of Canada».
[d] Dr. L. Weinstein, ex-químico del «Establecimiento Industrial de Petróleo de Zorritos».
[e] Samuel Pavéz A.—Jefe del Laboratorio de Química de la Universidad de Chile.—Santiago.

PETROLEOS PERUANOS

RODUCTOS COMERCIALES

GAS-OILS			ACEITES LUBRICANTES				RESIDUOS				AZUFRE %	AUTOR DEL ANALISIS
%	DENSIDAD Be.	TEMPERATURA EN °F.	%	DENSIDAD Be.	VISCOSIDAD a 100 °F.	PUNTO DE INFLAMACIÓN (c. a.)	%	DENSIDAD Be.	VISCOSIDAD	PTO. DE INFLAMACIÓN (c. a)		
4.8 %	30°4 Be.	536°-600°F.	17. %	23°4 Be.	285″	365°F.	15.6 %	11°4 Be.	1050″a 212°F.	545°F.	0.059%	R. A. Deustua-«The Atlantic Refining C°»-Philadelphia
2. %	30° Be.	536°-600°F.	16. %	22° Be.	280″	380°F.	16. %	14° Be.	…………	Sobre 600°F.	…………	F. C. Robinson—Philadelphia. (a)
.7 %	33° Be.	554°-600°F.	………	…………	………	…………	35.1 %	21°2 Be.	440″ a 130°F.	330°F.	0.059%	Randolph Sluter—New York. (b)
.1 %	33°7 Be.	554°-600°F.	………	…………	………	…………	29.4 %	22° Be.	334″ a 130°F.	335°F.	0.049%	,, ,, ,, ,,
.6 %	32°8 Be	554°-600°F.	………	…………	………	…………	36. %	20°2 Be.	433″ a 130°F.	330°F.	0.064%	,, ,, ,, ,,
.6 %	26° Be.	554°-600°F.	………	…………	………	…………	72.4 %	14°7 Be.	198″ a 212°F.	330°F.	0.035%	,, ,, ,, ,,
.6 %	30°2 Be.	554°-600°F.	………	…………	………	…………	35.9 %	20°7 Be.	298″ a 130°F.	330°F.	0.053%	,, ,, ,, ,,
………	…………	…………	………	…………	………	…………	31. %	…………	…………	…………	…………	F. C. Clapp—New York. (c)
. %	…………	518°-572°F.	17. %	…………	………	…………	27. %	…………	…………	…………	…………	Dr. L. Weinstein—Zorritos. (d)
………	…………	…………	17.80%	…………	………	…………	19.53%	…………	…………	…………	0.041%	Geo. E. Colby—University of California.
.3 %	29°20 Be.	482°-572°F.	20. %	24°31 Be.	………	…………	15. %	…………	…………	…………	0.041%	Dr. R. Fresenius—Wiesbaden.
………	…………	…………	………	…………	………	…………	75. %	…………	…………	…………	…………	Bol. N° 59 del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú
………	…………	…………	………	…………	………	…………	72 11%	…………	…………	…………	…………	Samuel Pavéz A—Universidad de Chile–Santiago. (e)
.42%	41°8 Be.	572°-608°F.	………	…………	………	…………	68.97%	31° a 61°F.	…………	286°F.	…………	,, ,, ,, ,, ,, ,, ,,
1.03%	43°8 Be.	572°-608°F.	………	…………	………	…………	57.45%	35° a 77°F.	…………	282°F.	…………	,, ,, ,, ,, ,, ,, ,,
………	…………	…………	………	…………	………	…………	87.2 %	…………	…………	…………	…………	Bol. N° 53 del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú

SEGUNDA PARTE

EL CARBON EN EL PERU

Contribución del Ingeniero

F. Málaga Santolalla

INDICE

Página

Introducción

El Carbón en el Perú

Nota.—Se ha cometido un error en la numeración de las páginas, que el lector salvará fácilmente. La página numerada 128 debería ser 118. Este error ha proseguido durante todo el resto del libro, así que, como puede verse, parece que faltaran las páginas 117 á 126. En realidad, el volúmen contiene íntegramente los tres estudios que deben formarlo.

Lima, 10 de setiembre de 1917.

Señor:

Ruego a usted dar el correspondiente trámite al estudio sobre "El Carbón en el Perú", cuyos originales hallará usted inclusos, y que presento como trabajo personal al Congreso de Minería próximo a reunirse en esta capital.

Aprovecho de esta oportunidad para ofrecer a usted las seguridades de mi más distinguida consideracion.

F. MÁLAGA SANTOLALLA.

AL SR. INGENIERO DN. JOSÉ J. BRAVO.
Secretario General del Congreso Nacional de la Industria Minera.

INTRODUCCION

I

EL CARBÓN, SU COMPOSICIÓN, CLASIFICACIÓN Y ORIGEN

Composición.—Como lo demuestra su ensaye industrial, el carbón mineral ó carbón de piedra, consta de cuatro componentes distintos: agua ó humedad, materias volátiles, carbón fijo ó carbono y cenizas. De estos componentes sólo el tercero, ó sea el carbono es un cuerpo simple, los demás son cuerpos compuestos.

El agua en pequeña proporción es un componente constitutivo del carbón, cuando esa proporción pasa de ciertos límites es higrométrica y absorvida por él.

Las materias volátiles ó hidrocarburos gaseosos tienen diferente composición y se hallan en diversas proporciones según la clase de combustible; pero, en general, están constituídos por oxígeno, hidrógeno, azoe y azufre. Los hidrocarburos que se desprenden cuando se destila el carbón se forman durante la destilación, pero no preexisten en él como lo demuestra el hecho de que el carbón pulverizado y tratado por eter ó bencina, que son los disolventes de los hidrocarburos, no originan la reacción característica de éstos.

El carbono es un metaloide y creo innecesario entrar en detalles sobre él.

Las cenizas están constituídas por una mezcla de arcilla, sílice, carbonato, sulfato y fosfato de cal, peróxido de fierro, algunas veces contienen arseniatos y ligeras proporciones de potasa y soda.

El azufre que forma el sulfato de cal por el ataque de los respectivos carbonatos, proviene no solo de las piritas, que cuando son arsenicales originan los arseniatos, sino también del azufre que como compuesto orgánico tiene el carbón, variando la proporción total de éste azufre desde algunos milésimos hasta 8 y 9 % pero en general no pasa de 2 á 3 %.

El color de las cenizas varía del blanco al rosa y rojo oscuro, según la proporción del peróxido de fierro, proveniente de la descomposición de las piritas.

Las cenizas blancas son en general infusibles, las rosadas son semi-fusibles y presentan el inconveniente de aglutinar los trozos de carbón que no han concluído de quemar y de obstruír las parrillas; y las cenizas fuertemente coloreadas, funden y atraviesan con facilidad las parrillas, principalmente si son á la vez ferruginosas y calcáreas.

La proporción de las cenizas depende del grado de pureza de los carbones, en el Perú bajan hasta 1.84 % en las antracitas de Huallanca (Dos de Mayo) y á 1.94 % en las de Callacuyan (Santiago de Chuco) para subir hasta 40 % en las hullas de Goyllarisquizga.

Todos los carbones son atacables á una temperatura inferior á 100° por una mezcla de ácido nítrico con clorato de potasa, que origina la formación de ácido ulmico, quedando como resíduo las cenizas que pueden separarse por la filtración.

En general, el análisis de los carbones solo se hace por humedad, materias volátiles, carbón fijo y cenizas, deduciéndose el poder calorífico de la proporción de carbón fijo y materias volátiles mediante la fórmula:

$$P = 82\,C + a\,V$$

en que 82 corresponde al número de calorias del carbono puro; C al carbón fijo; V á las materias volátiles determinadas por el análisis y *a* á un coeficiente variable, que puede obtenerse en varias tablas.

Muy conveniente es investigar en cada clase de carbón la proporción de azúfre que contiene, para conocer de antemano los efectos que pueden ejercer sobre las parrillas y tubos de calderas,

pues el ácido sulfúrico que se forma durante la combustión ataca á estos. También debe determinarse el peso específico ó densidad de los carbones, y si estos han de emplearse en la fundición de los minerales en *waterjackets*, es necesario hacer un análisis completo de las cenizas, á fin de calcular con acierto los lechos de fusión.

Un análisis de las cenizas del carbón de Goillarizquisga practicado por el químico señor S. L. Parks, acusó la siguiente composición:

Fierro	3,15 %
Alúmina	15,24 ,,
Cal	1,07 ,,
Azufre	3,10 ,,

Clasificación.—Los carbones se clasifican por las proporciones de carbono fijo y materias volátiles (hidrógeno, oxígeno y azoe) que contienen. La clasificación mas generalizada es la que se especifica en el siguiente cuadro:

[1] COMPOSICIÓN ELEMENTAL				PROPORCIÓN POR 100 DE CARBÓN	
Combustible	Carbono	Hidrógeno	Oxigeno y Azoe	de Oxigeno	de Hidrógeno
Lingnitos	65 á 75	6 á 4	29 á 21	450 á 280	92 á 53
Hulla seca de llama larga	75 á 80	5.5 á 4.5	19.5 á 15	260 á 190	75 á 60
Hulla grasa de llama larga ó carbón para gas	80 á 85	5.8 á 5	14.2 á 10	180 á 120	70 á 60
Hulla grasa ordinaria ó carbón para forja	84 á 89	5. á 5.3	11 á 5.5	130 á 60	65 á 56
Hulla grasa de llama corta ó carbón para coke	88 á 91	5.5 á 4.5	6.5 á 4.5	70 á 50	62 á 50
Hullas antracitosas magras ó semi-grasas	90 á 93	4.5 á 4	5.5 á 3	50 á 40	50 á 35
Antracitas	93 á 95	4. á 2	3	30 á 25	35 á 30

[1] La proporción de azoe, pasa rara vez de 1 % del peso del combustible.

Pero como en general no se hace el análisis de los carbones por oxígeno é hidrógeno, sino simplemente por humedad, materias volátiles, carbón fijo, cenizas y poder calorífico, con los resultados correspondientes á las materias volátiles, carbón fijo y poder calorífico puede hacerse también la clasificación de los carbones, como lo demuestra el siguiente cuadro, que es más práctico que el anterior:

Combustible	Mat. volátiles	C. Fijo	Poder calorífico
Lignitos	55 á 70 %	30 á 45 %	7000 á 8000 Cal.
Hulla seca de llama larga	40 á 45 ,,	55 á 60 ,,	8000 á 8500 ,,
Hulla grasa de llama larga	32 á 40 ,,	60 á 68 ,,	8500 á 8800 ,,
Hulla grasa mariscala	26 á 32 ,,	68 á 74 ,,	8800 á 9300 ,,
Hulla semi-grasa	18 á 26 ,,	74 á 82 ,,	9300 á 9600 ,,
Hulla magra	10 á 18 ,,	82 á 90 ,,	9200 á 9500 ,,
Antracita	8 á 10 ,,	90 á 92 ,,	9000 á 9200 ,,

Los datos contenidos por los cuadros precedentes solo son aplicables á los análisis obtenidos sobre carbones secos y puros, pues la proporción de humedad y cenizas, cuando son fuertes alteran los resultados finales.

En los anteriores cuadros puede observarse que á partir de los lignitos hacia las antracitas, la proporción de carbón fijo va en aumento, el poder calorífico que no depende solo de las proporciones de carbono é hidrógeno, sino también de la constitución molecular de las diferentes clases de carbón, llega al máximo de 9600 calorios en las hullas semi-grasas, para disminuir bajo pequeños límites en las antracitas y en mayor escala en las diferentes clases de hulla y especialmente en los lignitos.

Lignitos.—Los lignitos son, de los combustibles comprendidos bajo la denominación de carbón de piedra, único de que me ocuparé en la presente monografía, los de más reciente formación, pues pertenecen al período terciario ó neozoico.

Los lignitos se dividen en secos y grasos; los primeros son de color negro oscuro de estructura homogénea, dan polvo moreno, se asemejan á la hulla; los otros presentan todavía el aspecto de los tejidos leñosos de que provienen, siendo fácil en algunos ca-

sos determinar la naturaleza de los vegetales que los han formado y se presentan diversas variedades de éstos, dependientes del grado de alteración de sus tejidos vegetales.

Los lignitos queman con llama larga, desprendiendo mucho humo que tiene un olor desagradable y picante proveniente del ácido piro-leñoso que contienen.

Antes de que el lignito queme al rojo produce ya llama, que proviene del desdimiento y combustión de los gases que tienen lugar á baja temperatura. Cuando se han quemado las materias volátiles y desaparece la llama, el lignito se cubre de ceniza, pero continúa quemándose como brasa, esta propiedad permite distinguirlos de las hullas, con las que se les confunden cuando tienen textura compacta, pues las hullas una vez terminada la llama se cubren de ceniza y dejan de quemar inmediatamente.

Los lignitos al quemar no funden ni se aglutinan como la mayor parte de las hullas. Por su destilación producen gas, aguas ácidas y betún dejando como resíduo un carbón generalmente dividido.

Crüner. establece cuatro variedades de lignitos que son los siguientes:

a).—*Lignitos secos*, que son los que más se asemejan á la hulla caracterizados por su color negro ó moreno oscuro, polvo moreno, fractura unida ó concoidal brillante, dureza, sonoridad y tenacidad. Su densidad varía de 1.20 a 1.25 y su proporción de agua de 5 á 10 % contiene piritas y azufre libre ó combinado á las materias orgánicas, se divide fácilmente en hojas que absorven la humedad, tienen la siguiente composición:

Carbono..............	65 á 75	Mat. volátiles	50 á 80 %
Hidrógeno...........	4 á 6	Carbono.........	40 á 50 ,.
Oxigeno y azoe...	21 á 29		
	100 00		100 00 ,.

Poder calorífico... 6500 á 7000

Su destilación produce:

Gas....................................	21 á 24
Agua	15 á 20
Betún	14 á 16
Carbón................................	21 a 24
	100 00

Las aguas son generalmente ácidas y algunas veces amoniacales; el betún está constituido por aceites oscuros y el carbón conserva la forma y aspecto del lignito, pero está atravezado por numerosas rajaduras que lo hace friable (rompible), Su poder calorífico está comprendido entre 6500 y 7000 calorías.

b).—*Lignitos grasos.*—Que tienen brillo más vivo y aceitoso (graso) que los secos, su densidad y dureza son menores y son más inflamables. Son de todas las variedades del carbón de piedra la que contiene mayor cantidad de hidrógeno, que llega á 7 y 8 % el que en la combustión origina una llama viva y abundante, al quemarse se esponja, tiene la siguiente composicion:

Carbono....................	70 á 80	Mat. volátiles	55 á 70 %
Hidrógeno................	6 á 8	Carbono.........	30 á 45 ,,
Oxígeno y azoe.........	12 á 24		
	100. 00		100 00

Poder calorífico.. 7000 á 8000

y su destilación produce:

Gas............	15 a 25
Agua.........	10 a 20
Betún........	20 a 35
Carbón	30 a 45
	100. 00

dejando un resíduo esponjoso relleno de células como de piedra pomez, su poder calorífico puede llegar hasta 8000 calorios.

c).—*Madera fósil,* ó madera imperfectamente carbonizada, en que aún se nota la textura leñosa, se presenta en troncos de árboles más ó menos aplanados y pulidos por su larga sumersión bajo tierra, en lo que difieren poco de los que se encuentran en las turberas.

Cuando desaparece ó tiende á desaparecer su textura leñosa su fractura es concoidal y pasa gradualmente á la del lignito compacto, contiene una fuerte proporción de agua que llega al 50 %, parte de la cual pierde por evaporación dividiéndose entonces en fragmentos de incómodo manejo.

Su densidad varía de 0.5 a 1.30 y su combustión depende de su grado de sequedad. Su composición corresponde á:

Carbono	57 a 67	Mat. volátiles	50 a 65 %
Hidrógeno	5 a 6	Carbono	35 a 50 ,,
Oxigeno y azoe	28 a 37		
	100. 00		100. 00 ,,

Poder calorífico ..... 5000 a 6500, Cal.

Su destilación produce menos ácidos y más betún que la madera corriente y deja como residuo un carbón semejante al carbón de madera (carbón vegetal) pero más friable y más denso.

Su poder calorífico varía de 6200 a 6400 calorías.

Estos yacimientos de madera fósil, contienen á veces el azabache, que es una variedad fibrosa compacta de un color negro brillante, en el que no se descubre ni vestigios de organismos vegerales, con el que se fabrican dijes de luto.

d).—*Los lignitos terrosos* que, cuando secan constituyen una sustancia pulverulenta de color variable entre amarillo claro y moreno oscuro, contienen fuerte proporción de cenizas, son muy cargados de piritas y casi no se usan como combustible.

Hullas.—Las hullas que constituyen una variedad de carbón intermedio entre las antracitas y los lignitos, son de color negro aterciopelado oscuro, de estructura hojosa, que ofrece fracturas normales á su dirección, las que la hacen frágil, quebradiza y poco dura, es poco higrométrica, y su densidad varía de 1.25 á 1.40.

Las hullas queman con llama amarilla, desprendiendo humo de olor bituminoso, su grado de combustibilidad y la longitud de su llama, dependen de la proporción de materias volátiles que contienen, asi, las que son ricas en gases, que se aproximan á los lignitos se encienden fácilmente, y queman con llama larga fuliginosa, razón por las que se les llama hulla de llama ó flama, mientras, que las hullas pobres en gas y especialmente en hidrógeno, se encienden y queman menos fácilmente, se consumen con lentitítud y dan poca llama y humo.

Sometidas las hullas á una destilación en retortas o vaso cerrado desprenden materias gaseosas y alquitrán, y dejan como residuo coke.

Las materias gaseosas están constituíadas por hidrógeno puro, proto y bicarburo de hidrógeno, hidrógeno sulfurado, oxido de carbono, azoe, amoniaco y vapores aceitosos, dependiendo la

proporción de estos diferentes productos, de la naturaleza de la hulla y del grado de calor á que se practica la destilación, pues ellos no son los mismas en las diversas fases de la operación.

La destilación en gran escala de las hullas en las oficinas de gas de alumbrado, produce un promedio de 250 litros de gas, por cada kilógramo de hulla destilada, pero en ciertas hullas esta proporción aumenta á 350 y 400 litros.

El alquitrán ó betún es un producto muy complejo, del que se puede extraer más de cincuenta sustancias diferentes, pudiendo citar entre los carburos de hidrógeno, la bencina y naftalina, entre los carburos de hidrógeno oxigenados, el ácido fénico, y entre las bases orgánicas azoadas las anilinas, etc., etc.

El coke que queda como residuo, es un carbón duro brillante color gris de acero, cuya proporción en relación con la hulla que la origina depende de la naturaleza de esta, asi como de la temperatura y método empleado en la destilación, dependiendo la cantidad de coke obtenido de la proporción de carbón que contiene la hulla empleada, dicha proporción varía en general entre 50 y 80 %, del peso de la hulla.

Las hullas se clasifican sea, por las aplicaciones que se les dá, y en ese caso se les designa por los nombres de hullas de herrero, de coke, de gas, de uso doméstico ó de preparación de cal ó más generalmente por la proporción de carbono fijo que contienen, y siguiendo para esto una proporción ascendente, se tiene:

a).—Hulla seca de llama larga.
b).—Hulla grasa de llama larga.
c).—Hulla semi-grasa y
e).—Hulla magra antracitosa.

siendo de observar, que se ha comprobado para un mismo yacimiento, que, mientras las capas superiores son ricas en materias volátiles, las inferiores lo han sido en carbón fijo y que estas variaciones se han notado, no solo sobre la potencia de los yacimientos, sino también sobre su dirección; pues mientras que la hulla de un determinado lugar produce un espléndido coke, el proveniente de otros lugares de la misma capa, lo origina de condiciones muy inferiores.

a).—*Hullas secas de llama larga.*—Son menos brillantes que las demás variedades, duras compactas, poco friables, de fractura uniforme ó concoidal, más ó menos esquistosa, produce un pol-

vo moreno rojizo, se encienden facilmente y queman con llama larga desprendiendo humo, en la combustión no se funden sus trozos ni sueldan entre si, y producen un coke ligero que concluye de quemarse. Este combustible es el carbón de llama por excelencia, si bien, su llama es de corta duración. Es la variedad de hulla más oxigenada y vaporiza 7 litros de agua para cada kilógramo de carbón quemado; su destilación produce un coke ligero pulverulento, que no aglomera y llega al 60 % del peso primitivo.

Su composición corresponde á las siguientes cifras:

Carbono...............	75 a 80	Mat. volátiles	40 a 45 %
Hidrógeno..........	45 a 5.5	Carbono.........	55 a 60 ,,
Oxígeno y azoe...	15.5 a 19.5		
	100.		100.

Poder calorífico.. 8000 a 3500

Gas..........................	20
Agua amoniacal.......	5 a 12
Betún	15 a 18
Coke.........................	50 a 60
	100.

Una variedad de esta hulla es el fusain mineral que es un carbón suave, friable, con aspecto de tejido leñoso carbonizado, de color negro oscuro, el que se presenta en delgadas venas de pocos milímetros de espesor, intercaladas entre los bancos contiguos de hulla de una misma capa.

b).—*Hulla grasa de llama larga ó hulla de gas.*—Tienen un color negro oscuro con brillo metálico. Son regularmente duras y compactas, se encienden con facilidad y queman rápidamente, desprendiendo mucho humo, razón por la que se les usa, cuando más que un calor uniforme y sostenidos se requieren rápidos golpes de fuego, como en el tostado oxidantes de los minerales. Evapora 8 litros de agua por cada kılógramo de hulla. Por destilación produce un coke ligero friable, poroso, poco apropiado para usos metalúrgicos, por lo que no se les usa con ese objeto, en cambio dá buen gas de alumbrado del que en las fábricas se obtienen de 245 á 260 litros por cada kilógramo de hulla, alcanzándose por su calcinación rápida en pequeña escala de 300 á 350 litros, y aunque las hullas secas de llama larga, producen mayor cantidad de gas, este no tiene el mismo poder iluminante, que es menor, siendo esta la causa, por la que á esta variedad se le denomina hulla de gas.

Tiene la siguiente composición:

Carbono	80 a 85	Mat. volátiles	96 a 40 %
Hidrógeno	5 ,, 5.8	Carbono	60 ,, 88 ,,
Oxigeno	10 ,, 14.2		
	100.		100.

Poder calorífico .... 8500 a 8800

Gas	17 a 20
Agua amoniacal	3 a 5
Betún	12 ,, 15
Coke	60 ,, 68
	100.

c).—*Hulla grasa mariscala ó de herreros.*—Es de color negro brillante, poco dura. y frágil se divide en pequeños paralepipedos, tiene textura poco más ó menos hojosa ó lamelar, produce mucho polvo, que se mantiene en suspensión en las galerías y explosionan en determinados casos, cuando quema se funden y sueldan sus fragmentos, aglomerándose los menudos y el polvo que forman pequeñas bóvedas bajo las que pueden calentarse el fierro, razón por la que se le denomina hulla mariscala ó de herrería, queman con llama larga fuliginosa cada vez que se hace una nueva carga de carbón ó que el tiro de la chimenea es débil, desprendiendo humo con olor de alquitrán característico, en algunos fragmentos se notan que al quemarse se desprenden gotitas de alquitrán que queman con llama viva. Estas hullas evaporan 8.75 litros de agua por cada kg. que de ella se quema.

Por destilación dá un coke compacto, y también produce un regular gas de alumbrado, por lo que en muchos casos se les usa tanto para preparar coke metalúrgico como para gas de alumbrado.

Su composición es la siguiente:

Carbono	84 a 89	Mat. volátil	32 a 40 %
Hidrógeno	5 ,, 5.5	Carbono	60 ,, 68 ,,
Oxígeno y azoe	5.5 ,. 11		
	100.		100.

Poder calorífico.. 8800 a 9300 calorios.

Gas........................	15 a 16
Agua amoniacal...	1 ,, 3
Betún....................	10 ,, 13
Coke	68 ,, 74
	100. 00

d).—*Hullas semigrasas ó para coke metalúrgico,*—Son de color negro brillante, muy friables, su densidad varía de 1.3 á 1.35 encienden con toda facilidad y queman con llama corta, blanca azulada, desprendiendo poco humo, cuando el fuego es vivo se esponja algo y sus fragmentos se aglutinan ó sueldan, evapora 9 litros de agua por kg. y por destilación produce un excelente coke, pues es denso, duro, poco poroso, por cuya razón se les prefiere para la preparación del coke metalúrgico, también quema muy bien en las parrillas y calderas de vapor; tiene la siguiente composición.

Carbono...............	88 a 91	Mat. volátiles	18 a 26 %
Hidrógeno............	4.5 ;, 5.5	Carbono.........	74 a 82 ,,
Oxígeno y azoe.....	4.5 ,, 6.5		
	100.		100

Poder calorífico.. 9300 a 9600

Gas........................	12 á 15
Agua amoniacal...	1
Betún.....................	5 ,, 10
Coke......................	72 ,, 81
	100.

e).—*Hulla magra antracitosa.*—Es de las variedades de hulla la que más se asemeja á la antracita, con la que á veces se le confunde, tiene color negro brillante casi metálico, es bien densa, quema difícilmente sin esponjarse, y apenas se aglutina, arde con llama corta de poca duración, desprendiendo poco humo de olor pronunciado á ácido sulfuroso, proveniente de la combustión de las piritas que contienen.

Por destilación produce un coke pulverulento que se aglomera débilmente,

Su composición es la siguiente:

Carbono	90 a 93	Mat. volátiles	10 a 18 %
Hidrógeno	4 ,, 4.5	Carbono	82 ,, 90 ,,
Oxígeno y azoe	3 ,, 5.5		
	100		100

Poder calorífico.................................. 9200 a 9500 calorios.

Gas	8 a 12
Agua amoniacal.	0 ,, 1
Betún	2 ,, 5
Coke	82 ,, 90
	100

Antracitas,—De color negro grisáceo, con brillo casi metálico ó semi metálico, son los más densos y puros de todos los combustibles. Existen dos variedades: *la antracita vitrosa,* completamente homogenea de fractura concoidal en todo sentido, y la antracita común, de estructura escamosa algo esquistosa, de un color negro más oscuro, con partículas brillantes, análogas al grafito,

Enciende y quema con dificultad, siendo necesario emplear el tiro artificial, fuelle ó chimenea, dan una llama corta rojiza un poco vivo, no desprende humo, y generalmente sus fragmentos una vez encendido se dividen y decrepitan sin fundirse ni aglomerarse. Su composición responde á las siguientes cifras:

Carbono	93 a 95	Materia volátil	8 a 10 %
Hidrógeno	2 ,, 4	Carbono	90 ,, 92 ,,
Oxígeno y azoe	3 ,,		
	100		100

Poder calorífico.................................. 9000 a 9200

Por destilación produce:

Gas	8 a 10
Coke pulverulento...	90 a 90
	100

Origen.—Aunque siempre se atribuyó origen vegetal á la formación del carbón de piedra. subsistían al respecto algunas dudas que han desaparecido con el descubrimiento hecho por Mr. Fayol, en Comehtry, donde encontró en unas capas de hulla, trazas perfectamente claras de estructura orgánica, que haciendo desaparecer toda sospecha comprobaron que la hulla estaba formada por la deposición de hojas de Cardaites y Calamodendron, etc. asi como troncos apenas deformados de helechos arborecentes, habiéndose comprobado el origen vegetal de este, tratándose por ácido nítrico y clorato de potasa que transformaron la mayor parte de esos restos en ácido ulmico y después, por la adición de potasa ó amoniaco se formó un ulmato alcalino que puso en evidencia delgados restos de membranas vegetales, casi siempre cuticulas de hojas ó ramas. Mr. Gümbel que aplicó este procedimiento á varias clases de combustibles minerales, comprobó además que otros elementos orgánicos completamente transformados en carbón, podían descubrirse mediante el microscopio, atacándolos por alcali y decolorándolos con alcohol absoluto.

El origen vegetal del carbón se explica fácilmente si se tiene en cuenta:

Que la materia orgánica tanto la fauna como la flora, es rápidamente descompuesta por las bacterias bajo la acción de las aguas.

Dichá materia orgánica de composición muy compleja contiene carbono, hidrógeno, oxígeno, azoe, azufre, fósforo y su descomposición origina la combinación de esos diferentes elementos para formar, agua, anhidrido carbónico, *carburos de hidrógeno*, amoniaco, hidrógeno sulfurado y fosforado, de estas diferentes combinaciones, es la de los carburos de hidrógeno la que mayor relación tienen con el orígen del carbón, pues sabido es, que la descomposición de las plantas y demás sustancias vegetales bajo la acción del agua origina el gas de los pantanos ó methano.

No todos los geólogos han estado acordes sobre el orígen de los carburos de hidrógeno, pues si algunos como Mendeleeff, Moissan y Paul Sabatier les han atribuído orígen volcánico, otros y estos en mayoría, le han asignado el orígen orgánico que en realidad les corresponden y fué solo después de las experiencias de C. Engler que, por la destilación del aceite de hígado de bacalao bajo una presión de 20 á 25 atmósferas y á una temperatura de 360 á 420º obtuvo un producto muy análogo al petróleo, que se ad-

quirió la certidumbre sobre el orígen orgánico de los hidrocarbu. ros. Pero no solo el aceite de hígado de bacalao puede producir petróleo, pues el mismo Engler, obtuvo asi parafina y otros derivados de los hidrocarburos, destílando los restos vegetales acumulados en los pantanos.

Los carburos de hidrógeno existen en la naturaleza bajo los tres estados: gaseoso, líquido y sólido, y así se tiene, que se presentan bajo la forma de gases en los chorros ó fuentes de gas methano, que en determinados lugares, escapan de la corteza terrestre y son inflamables.

El petróleo ó carbono de hidrógeno liquido, de composición varíada, mezcla de los homologos superiores del methano y ethano, se halla abundantemunte distribuído en el mundo y en el Perú, son muchos los lugares tanto en la costa, como en la sierra y la montaña donde se les encuentra y finalmente la ozokerita ó cera mineral, mezcla de hidrocarburos sólidos. también es conocida en el mundo y, en el Perú existe en una comarca entre las provincias de Cajabamba y Huamachuco.

El asfalto ó asfaltita que tan abundante es en el departamento de Junín, pertenece á la serie de los hidrocarburos; pues no es otra cosa que el producto originado por la oxidación del petroleo.

Sabido es, que el carbón de piedra, no contiene hidrocarburos, pues sometidos á la acción del ether ó bencina que son sus disolventes, no acusan su presencia en él, pero que la destilación de dichos carbones produce esos hidrocarburos por la combinación del carbono, exígeno, hidrógeno, azoe y azufre que contienen, produciéndose ó formándose los hidrocarburos en el acto mismo de la destilación. La formación de estos hidrocarburos la destilación, tanto de los restos vegetales, de los pantanos, (descubierta por Engler) cuanto en la del carbón hacen ver la íntima y estrecha relación que tienen entre sí; y son una prueba del orígen vegetal del carbón.

Pero no sólo la formación de los hidrocarburos por destilación es una prueba del orígen vegetal del carbón, sino que existen otras y así se tiene, que la celulosa que constituye la masa principal de los vegetales, por una fermentación microbiana *anaérobie* se descompone y transforma en una sustancia negra, combustible, más rica en carbón que ella. En esta fermentación son las bacterias las que originan como en la fermentación alcoholica, la formación del ácido carbónico con desprendimiento de hidrógeno que forman agua y methano, dejando un resíduo más

rico en carbono y más pobre en oxígeno é hidrógeno (carbón) que la celulosa primitiva. Esto es en síntesis la teoría de la formación del carbón de piedra, explicándose las diferentes variedades de turba, lignitos. hulla y antracitas por el grado más ó menos avanzado de la fermentación de los vegetales, que ha producido un mayor desprendimiento de oxígeno é hidrógeno y un mayor enriquecimiento en carbono, que corresponden á las diferentes variedades de carbón, como puede verse en el siguiente cuadro:

Clasificación del carbón	Carbono	Hidrógeno	Oxígeno	Azoe	Densidad
Turba....................	56.00	5.8	36.00	1.00	......
Lignito..................	57.00	4.6	26.00	0.20	1.12
Hulla......................	81.40	5.2	5.70	0.30	1.19
Antracita	91.40	3.3	2.60	0.20	1.37

La teoría sobre el orígen vegetal del carbón tiene confirmación en la práctica, pues actualmente estamos presenciando el proceso de la transformación de los vegetales en materia carbonosa —procedimiento análogo al de la formación de los lignitos, hullas y antracitas—, en las turberas modernas.

El profesor señor Emilio Haug, que tratando de las diferentes clases de combustibles, turba, lignito, etc. no sólo se ocupa de sus caracteres físicos, químicos y botánicos, sino también de las condiciones en que se han formado y de la transformación gradual que han experimentado al pasar de su estado primitivo al actual, enuncia las siguientes ideas refiriéndose á cada uno de estos combustibles.

Turba.—En la turba la transformación de la celulosa en materia carbonosa es incompleta y no alcanza el mismo grado para las diversas plantas que constituyen la turbera. Ciertos elementos conservan su estructura primitiva, por ejemplo los fragmentos de corteza de álamo que permanecen casi intactos. De los vegetales que crecen en las turberas unos son higróphilos; que pueden almacenar en sus tejidos grandes cantidades de ágna, miéntras que otros son xerófilos; es decir, desprovistos de esta propiedad. pero entonces sus raíces se encuentran dentro del agua. Las especies de esta última categoría predominan en las turberas sumergidas ubicadas en los fondos de los valles. En las turberas situadas en las mesetas y los flancos de los valles los vegetales higróphilos son los que preponderan. En uno como en otro

caso la turba se origina por la descomposición de las partes inferiores que mueren mientras que la planta continúa desarrollándose por la parte superior.

Aunque no sea conocido en detalle el rol de los micro-organismos es incuestionable su intervención en la formación de las turberas, según B. Renault, se encuentra, á la vez hongos saprofitos y bacteriaceos pertecientes á diversos géneros; sin embargo, la fermentación debe detenerse en un cierto punto porque los ácidos húmico y úlmico que se producen son tóxicos para las bacterias y estos ácidos de continuo están presentes no obstante las cantidades que son arrastradas en disolución por el agua que drena la turbera.

Lignito.—Los lignitos difieren de las turbas por su proporcíón en carbono más elevada y por una densidad algo superior. Los vegetales que lo constituyen tanto están reducidos al estado de fragmentos menudos como comprimidos y aplastados á lo largo asi como casi intactos conservando su primitiva posición recta. En este último caso los intervalos que los diferentes individuos dejen entre sí, están rellenos por un lodo vegetal compuesto de hojas, flores y granos de polen, muchas veces, estos últimos apenas alterados.

Combustibles análogos á los lignitos se forman en nuestros días en los pantanos de las regiones templadas y tropicales, mientras que las turberas toman nacimiento en general sobre un suelo permeable y en las aguas corrientes que arrastran en disolución los productos humicos y úlmicos; las ciénegas se establecen sobretodo sobre terrenos impermeables y en condiciones que hacen el drenage muy imperfecto.

Los lignitos están sobre todo extendidos en los terrenos terciarios pero es probable que los carbonos más antiguos hayan sido formados en las mismas condiciones.

Renault, ha hecho el estudio microscópico de númerosos lignitos. En casi todas sus preparaciones ha encontrado micro-organismos que identifica tanto como infusorios como los hongos y bacterias. Las diferentes categorías de tejidos vegetales son desigualmente atacados por la acción de las bacterias.

Bogheads et Cannel—Coals.—Se designan bajo estos nombres carbones que dan por destilación cantidades de carburo de hidrógeno muy superior á la mayor parte de las hullas y que son por consiguiente empleados de preferencia á aquellas para la fabricación de gas de alumbrado. El Boghecad es compacto elástico y presenta una fractura concoidal brillante. El Cannel por el con-

trario es de un negro mate y su fractura es de aspecto concoidal menos pronunciado. Los Cannel dan de 300 á 330 metros cúbicos de gas por tonelada teniendo un poder alumbrante superior que el que es sacado de la hulla; los Bogheads pueden alcanzar 400 metros cúbicos pero su coke es friable. Algunos de estos carbones dan por destilación aceites comparables á los petróleos.

La composición química de los Cannel-Coals difiere de la de la celulosa por una proporción en hidrógeno menor que la mitad y por un tener en oxígeno que no es en término medio sino los 6/7 del primitivo.

El examen microscópico de los Bogheads y de los Cannel-Coals ha suministrado á Renault y á C. Bertrand resultados de una importancia capital que permiten diferenciar estas dos clases de combustibles minerales por la naturaleza de sus elementos orgánicos proyectando nuevas luces sobre su orígen vegetal.

Todos los Bogheads que provienen de edad Carbonífera ó Pérmica son constituidos, en gran parte por tallos de algas encerrados en una masa bruna de naturaleza úlmica que moldea á todos los elementos de orígen vegetal. Los Cannel contienen mucho menos algas y son constituídos casi en su totalidad por esporos de criptogamas vasculares y por granos de polen de gimnospermas encerrados igualmente en una masa fundamental húmica.

Para Renault la masa fundamental que rodea todos los restos orgánicos de los Bogheads y de los Cannel es el resultado de una maceración microbiana que ha trasformado la gelosa y la celulosa en una sustancia amorfa que moldea y penetra lo que no ha sido completamente disuelto.

Cualquiera que sea la exactitud de esta interpretación, al presente se acepta que los Bogheads y los Cannel resultan de la descomposición *in situ* de organismos vegetales que han vivido en los lagos á manera de flores de agua y que han sido arrastrados por el viento tal como hoy día las lluvias de polen son tomadas á menudo por lluvias de azufre.

Los carbones húmicos de Bertrand no son otra cosa que esquistos bituminosos. El mismo autor denomina carbones de *purins* los esquistos en los cuales abundan los excrementos fósiles ó *coprolitos* transformados en materia carbonosa. Habría en ellos, según Bertrand, una impregnación ulterior de sustancias bituminosas.

Hullas.—Las hullas son combustibles minerales que contienen de 75 á 90 % de carbono puro, su tenor en oxígeno y en hidróge-

no está sujeto á grandes variaciones lo mismo, que, el resíduo de cenizas por la combustión que débese sobretodo á la presencia de cantidades variables de pirita de fierro.

Por destilación las hullas dan nacimiento a una mezcla de carburos de hidrógeno, hidrógeno y otros gases. Por la depuración de estos productos se obtiene el gas de alumbrado y el resíduo sólido de la destilación constituye el coke.

Los hidrocarburos no preexisten en las hullas porque no se llega á extraerlos por medio de sus disolventes ordinarios, la bencina ó el éter. Las cantidades de hidrocarburos producidos por la destilación varia según la categoría del combustible.

Se distinguen las hullas secas que dan grandes cantidades de gas; quemando con mucha llama y humo y que contienen de 75 á 80 % de carbono; las hullas grasas, todavía ricas en productos volátiles; y, conteniendo de 80 á 90 %, las hullas semigrasas, que queman con una llama corta y poseen, un poder calorífico muy elevado; las hullas magras dando por la combustión un coke pulve rulento; queman sin humo y contienen de 90 á 93 % de carbono- las *Antracitas* son todavía más ricas en carbono y puede decirse que no dan gases por la destilación; de ellas nos ocuparemos después.

Estas variadades basadas sobre los caracteres de la combustión y sobre el contenido en carbono corresponden á aspectos físicos particulares: variaciones en el brillo, división en hojas ó en prismas de dimensiones variables, homogeneidad y heterogenidad.

Formación de la hulla.—La presencia de numerosas impresiones vegetales en las capas esquistosas ó gredosas que acompañan á la hulla; la existencia en la hulla mísma de parte que muestra una estructura organizada; la composición química sinó idéntica á lo menos análoga á la de la celulosa; habían hecho suponer desde tiempo atrás que la hulla está constituída por una acumulación de restos vegetales vivientes en una época geológica determinada qne se le había llamado *Carbonífera ó Hullera* ó todavía *Anthracolítica.*

Después del empleo del microscopio para el estudio de las placas delgadas de rocas se poseen datos más preciosos. Ciertas hullas pueden ser examinadas por trasparencia y se puede reconocer fácilmente la naturaleza de los tejidos.

Desde el punto de vista químico el estudio de las hullas presenta todavía algunos puntos oscuros; pero gracias á los trabajos de Grand Eury, de Renault, de Zeller, de Potonié, su estudio

botánico está más avanzado y hoy se sabe cuales son los vegetales que tomaron parte en su formación. Está bien establecido que las hojas, troncos, raíces y fructificaciones, que la constituyen, pertenecen á las mismas especies cuyas impresiones se encuentran en las capas vecinas. La perfección con que los tejidos vegetales han sido á menudo conservados excluye enteramente la antígua hipótesis de que los restos de las plantas hubieran sido inyectados de un bitumen originado en las profundidades de la tierra. La "*Hullificación*" es el resultado de trasformaciones verificadas in situ sin el aporte de materias extrañas. Operándose con una cierta rapidez, porque se encuentra á díversos niveles del terreno hullero rodados de hulla es decir fragmentos de hulla acarreados, tomados á depósitos carboníferos un poco más antiguos. Está acompañada de una disminución de volúmen debido á la compresión que las capas superiores han ejercido sobre las que contiene los restos vegetales demostrado por la comparación de espesor de los troncos hullificados con el de los troncos silicificados pertenecientes á las mismas especies.

La trasformación de los vegetales en hulla es ciertamente debida á acciones comparables á las que dan nacimiento á la turba a los lignitos y á los Boegheard. Es el resultado de una maceración en el agua y este fenómeno parece debido á acciones microbianas.

Renault, á señalado en ciertas hullas mícroorganismos que ha descrito como bacilos como *micrococcus* y como filamentos de hongos *saprófitos*.

Al transformarse en hullas la celulosa abandona hidrógeno y oxígeno bajo la forma de metáno, de ácido carbónico y de agua y el producto sólido representa en 1/5 del peso primitivo. A continuación se expresa la forma como Renault establece la reacción de la celulosa en la composición de la hulla:



$$4\,C^6\,H^{10}\,O^5 = C^9\,H^6\,O + 7\,CH^4 + 8\,CO^2 + 3\,H^2\,O$$

L. Lemiere, compara la fermentación que da lugar á la formación de la hulla con la fermentación alcóholica. Supone que las diastasas contenidas en los frutos y en los granos ó bien segregados por los microbios accionan lentamente para trasformar los hidratos de carbono (celulosa, goma, resina, clorófila) en una gelatina húmica que es la base fundamental de todos los combustibles fósiles. Es asi como en la fermentación alcóholica la diastasa de la cebada germinada acciona so-

bre las materias amiláceas para liquidarlas y trasformarlas en glucosas. Los numerosos fermentos aportados por los vegetales prolifican y pululan en favor de la maceración precedente. Vuelto el medio anaerobie ellos desdoblan los hidratos de carbono en gas (CO^2) y en hidrocarburos líquidos ó sólidos que forman los combustibles fósiles. La fermentación se detiene cuando por consecuencia de los hidrocarburos producidos el medio se vuelve antiséptico. También en la fermentación alcoholica la levadura comienza por desarrollarse como fermento aerobie en la masa agria para volverse anaerobie en el mosto glucósico donde ella ataca la glucosa y los descompone en CO^2 y alcohol. La fermentación se detiene cuando no hay glucosa en el mosto ó cuando el alcohol en exceso vuelve el medio antiséptico.

Esta ingeniosa comparación explica el modo de formación de todos los combustibles minerales y permite darse cuenta de las causas que dan lugar á la producción de unos con preferencla á otros. Sería la intervención más ó menos tardía más ó menos precoz de la face anaerobie, y de la face antiséptica, á lo q' sería imputable la formación de un combustible de naturaleza determinada. Contrariamente á la opinión corriente que hace entrar en juego la acción del tiempo, una turba permanecerá siempre como turba un lignito no se trasformará en hulla y una hulla de una composición dada conservaría su composición. Los hechos geológicos concuerdan muy bien con esa concepción porque se conocen combustibles de la era primaría que tiene casi la composición de los lignitos é inversamente se conocen hullas secundarias y terciarias. Sin embargo conviene tener en cuenta las destilaciones naturales que han podido sufrir los combustibles minerales como consecuencia de la elevación de la temperatura de las capas donde ellos están encerrados. Entonces una hulla seca podrá trasformarse en una hulla magra y una hulla magra en antracita. Los carburos de hidrógeno se escaparán bajo forma de grisú penetrarán en los estratos vecinos y se acumularán, ó también quedarán aprisionados en la hulla,

Las acciones mecánicas serán suficientes algunas veces para ocasionar la elevación de temperatura necesaria para esta destilación.

Queda por examinar las condiciones topográfica bajo las cuales han tomado nacimiento los yacimientos de hulla é investigar como ellos se han formado; si *in situ* á la manera de las turbas ó de los lignitos como lo piensan los geólogos ó si ellos resultan de la acumulación de vegetales acarreados, como lo admite otra es-

cuela. En otros términos nosotros deberemos ver si las hullas son en totalidad autóctonas ó si ellas son alóctonas, ó todavía si pertenecen á dos ó más categorías de orígen profundamente diferente.

Hullas autóctonas,—La teoría que supone la hulla formada *in situ* y que la asimila á las turbas y á los lignitos es ya antigua pero realmente no ha tomado cuerpo sino gracias al estudio detallado del modo de yacer de los vegetales carboníferos, del examen profundo de las condiciones de desarrollo de los grandes pantanales con vegetación arborecente.

Las observaciones tan precisas de C. Grand Eury en la cuenta hullera de Saint Etiennen suministran evidentemente á esta asimilación un punto de apoyo muy serio. Hace tiempo que se han constado en diversas cuencas hulleras la presencia de troncos de *Sigillaria* trasformados en hulla y dispuestos perpendicularmente á las capas de hulla misma y se ha supuesto que esos troncos habían sido enterrados y hullificados en la misma posición en que ellos han vivido. Muchas de estas observaciones son contestables, como nosotros lo veremos más lejos. Pero Grand' Eury ha podido precisar las relaciones de los vegetales del lugar con las capas encajonantes y ha constatado que los troncos, casi siempre cortados á una pequeña altura, son entrelazados y las raíces entrevaradas en las de la planta vecina llevando raíces secundarias y raicillas y dando á menudo nacimiento á rizomas rampantes fijadas al suelo por los apéndices. Esta constación ha sido hecha para las sigillarias para las eqnisitaceas para los helechos y para las cordaitas. Grand' Eury concluye del conjunto de estas observaciones "que las plantas carboníferas eran de pantanos aunque arborecentes habiendo vivido con la base del tronco y las raíces adventivas en el aguas y las cepas y rizomas rampando sobre el fondo, La analogía con las turberas y sobre todo con los grandes pantános boscosos es todavía completa por la existencia en la base de numerosas capas de hulla de una capa de arcilla que los ingleses admirados desde mucho tiempo atrás, de esta constancia han designado bajo el nombre "Under-Clay". Ella es atravezada por las raíces que la han alterado y está mezclada de materia carbonoso. de manera que bien merece el calificativo de *tierra fósil* que le ha dado Grand' Eury.

La antigua hipótesis que atribuía la formación de la hulla á la formación *in situ* de detritus forestales no es completamente aceptada bajo su forma primitiva, pero es incontestable que á menudo capas de hulia se han formado en selvas pantanosas, á la

manera de los lignitos. Potonié y su escuela admiten que casi todas las hullas se han formado en estas condiciones. Otros autores piensan que este modo de formación es más bien excepcional; para Grand'Eury los mismos vegetales del lugar no han suministrado sino una pequeña parte de la hulla atribuyendo el resto á un trasporte de las ramas y de las hojas destacadas de las plantas vivientes ó á un arrancamiento de la planta con sus raíces seguidas de un acarreo en las mismas aguas del pantano en que los vegetales han vivido. Lá circunstancias de que todos los restos estén echado de plano en los lechos de hulla que constituyen, es un poderoso argumento en favor del trasporte; habría, pues, según Grand'Eury formación en una misma selva de hullas autóctonas y de hullas aloctonas.

Aluviones vegetales.—La teoría de aloctonismo considera á la hullá como un verdadero aluvión vegetal. Ella es igualmente muy antigua pero ha encontrado un retoño de popularidad gracias á las observaciones de Fayol en las hulleras de Commentry y al apoyo que le ha dado A. de Lapparent en las ediciones sucesivas de su clásico "tratado" de Geología asi como en algunos no tables artículos de vulgarización,

Las observaciones de Fayol dieron lugar á una memoria publicada en 1888 donde se presentan los cortes del terreno hullero creado por la explotación á cielo abierto pero destruídos á medidas que se hacían; estos cortes muestran con evidencia que los depósitos entre los cuales están intercaladas las capas de hulla de Commnentry son formaciones torrenciales debidas á cursos de agua que se derramaban en un lago construyendo en su embocadura amas de sedimentos detríticos comparables á los deltas. Las capas de hulla intercaladas presentaban las particularidades que comportan las capas detríticas. La gran capa más ó menos horizontal está recubierta por capas de esquistos y de gres inclinadas en el plano de separación de las cuales la hulla penetra en cuña en lugar de presentar en su techo una superficie de separación plana.

Los troncos parados no faltan en la cuenca de Comnentry simulando también una verdadera foresta fósil: pero Fayol ha podido mostrar que los troncos echados son aproximadamente cien veces más numerosos que los troncos parados uno de los cuales se presentaba con las raíces en el aire. Estas particularidades se explicaban muy bien en la hipótesis de un flotamiento porque en los grandes ríos actuales sucede frecuentemente que los árboles arrastrados se hunden verticalmente en los aluviones del delta.

Hullas marinas.—El origen lacustre de ciertas hullas es testimoniado por la presencia, en las capas que las acompañan, de organismos análogos á los que actualmente viven en los lagos tales como Unionides, Gasteropodos pulmonados, Crustáceos, Philópodos, etc, pero existen también depósitos hulleros que están asociados á capas que contienen fósiles marinos. Los partidarios de la autoctonia explican las intercalaciones de niveles marinos en medio de las formacíones hulleras por inmersiones temporales bajo las aguas del mar de las selvas pantanosas donde se elaboraba el combustible mineral, inmersiones que serían debidas á las oscilaciones del suelo afectando la región litoral. Se está obligado entonces á suponer una situación litoral para las cuencas hulieras y Naumaann las califica de *paralicas* las que respondenden á esta condición. En ciertas regiones tales como la cuenca del Donetz la Carintia, las Asturias el Yowa, la China, se observan muchas veces alternancias repetidas de capas de hulla y calcáreos con fósiles marinos. Sería necesario imaginar en este caso innumerables oscilaciones, que llevaran periódicamente el mar á los pantanos. La naturaleza de los fósiles marinos que se encuentran en las intercalaciones calcáreas indican algunas veces depósitos efectuados á grandes profundidades y en este caso no serían ya oscilaciones de algunos metros á las que habría que invocar sino oscilaciones de una amplitud de algunas centenas de metros.

Estos hechos hechos bastan á algunos geólogos para atribuir, siguiendo el ejemplo de Suees un origen marino á ciertos depósitos hulleros. Pero hay más; recientemente H. Douvillé, ha mostrado que ciertos nodulos calcáreos del terreno hullero de Yorkshire y Lancashire contenían asociados á la madera fósil más ó menos descompuesta, conchas de cefalopodos tabicados pertenecientes á los géneros Gastrioceras. Aquí el lodo vegetal que ha dado nacimiento á la hulla ha sido depositado en el fondo del mar y sin duda á una profundidad muy considerable porque los cefalópodos no eran ciertamente animales del litoral.

En la teoría de la aloctonia es necesario contar con el arrastramiento de los vegetales flotantes hasta el mar y es necesario admitir que las hullas se pueden formar en el fondo de planicies marinas relativamente profundas. No falta sobre el fondo de los mares actuales ejemplos de acumulaciones de detritus vegetales en vía de descomposición y estas amas toman nacímiento algunas veces á una distancia bastante considerable de la orilla. La

expedición del "Blake" ha dragado á lo largo de las Caribes, á 1800 metros de profundidad, hojas de caña de azúcar y frutos en todos los estados de alteración.

Se puede de alli concluír que la fermentación hullera puede tener lugar tanto en las aguas saladas como en las aguas dulces y parece que la única condición necesaria es la supresión de una corriente profunda llevando oxígeno en cantidad suficiente para que la descomposición sea completa. Esta condición es realizada en los mares interiores separados del Oceano por una plataforma; asi, el proceso que concurren á la formación entra en la categoría de los fenómenos de sedimentación bajo la acción de los microorganismos.

El géologo estratigráfico sacará de este estudio sumario una enseñanza capital; á saber. que cuando se encuentra en presencia de depósitos de carbón deberá para cada caso particular dilucidar las condiciones genéticas no aplicando una teoría única sino estudiando las particularidades del yacimiento y la naturaleza de las asociaciones vegetales que le permitirán escojer entre las diversas interpretaciones expuestas.

EL CARBÓN EN EL MUNDO

Como un estudio detallado de las condiciones en que se desarrolla la industria del carbón en el mundo, demandaría un número de páginas que se halla fuera de los límites del presente trabajo, me limitaré tan solo, á suministrar datos concretos, que permitan juzgar de la importancia que dicha industria tiene: para lo que, seguiré el orden establecido por el señor Javier Gandarillas M, (1) quien divide á las naciones en grandes, medianas y pequeñas productoras de carbón, pero antes de ocuparme de cada una de dichas naciones productoras daré algunos datos de carácter general.

Consumo de carbón en los ferrocarriles y fuerza motriz

Según Ives Guyot, en 1895, los ferrocarriles consumieron el siguiente tonelaje:

Alemania	15.0	millones de toneladas
Rusia	12.0	,, ,,
Gran Bretaña	10.0	,, ,,
Francia	9.0	,, ,,
Austria Hungría	9.0	,, ,,
Italia	2.5	,, ,,
España y Portugal	1.5	,, ,,
Bélgica	1.0	,, ,,
Países Balcánicos y Turquía	1.0	,, ,,
Suecia	0.8	,, ,,
Holanda	0.5	,, ,,
Suiza	0.5	,, ,,
Noruega	0.3	,, ,,
Dinamarca	0.3	,, ,,
Estados Unidos	66.0	,, ,,
Resto del mundo	30.0	,, ,,
	160.4	millones de toneladas

La Fuerza motriz

Europa	90.0	Millones de toneladas
Estados Unidos	80.0	,, ,,
Resto del Mundo	10.0	,, ,,
	180.0	Millones de toneladas

[1] Bol. de la Sociedad Nacional de Minería 1906 [Chile].

Reservas de carbón

Según "The Coal Resourses of The Worl" presentado al 13° Congreso de Geología celebrado en 1913 en Toronto, Canadá y según la Revista Minera de Madrid, las reservas de carbón reconocidas en el mundo pueden estimarse en las siguientes cifras:

CUADRO I

RESERVAS ESTIMADAS EN NORTE AMÉRICA EN MILLONES DE TONELADAS

Países	Carbones antracitosos	Carbones Bituminosos	Carbones sub-bituminosos y lignitos	Totales
Canadá	2.158	283.661	948.450	1.234.269
Terranova	....	500	....	500
Estados Unidos	19.684	1.955.521	1.863.452	3.838.657
Centro América	....	1	4	5
	21.842	2.239.683	2.811.906	5.073.431

CUADRO II

RESERVAS ESTIMADAS DE SUD-AMÉRICA EN MILLONES DE TONELADAS

País	Carbones antracitosos	Carbones bituminosos	Carbones sub-bituminosos y lignitos	Totales
Venezuela	....	5	....	5
Colombia	....	27.000	....	27.000
Perú	700	1.339	....	2.039
Argentina	....	5	....	5
Chile	.. ..	3.048	....	3.048
	700	31.397		32.097

CUADRO III

RESERVAS ESTIMADAS DE EUROPA EN MILLONES DE TONELADAS

País	Carbones antracitosos	Carbones bituminosos	Carbones sub-bitumin. y lignitos	Totales
Islas Spitzberge	....	8.750	....	8.756
Isla Faroe	....	....	50	50
Suecia	....	114	....	114
Rusia	37.559	20.819	1.658	60.106
Gran Bretaña é Irlanda	11.357	178.178	....	189.535
Francia	3.271	12.680	1.632	17.538
Holanda	320	4.082	....	4.402
Bélgica	....	11.000	....	11.000
Alemania	....	409.075	13.381	423.356
Hungría	....	113	1.604	1.717
Austria	....	40.982	16.570	57.552
Italia	144	....	99	243
Rumanía	....	....	39	39
Servia	....	45	484	526
Bulgaria	....	30	358	388
Grecia	....	....	40	40
Portugal	20	....	....	20
España	1.635	6.366	767	8.768
	54.346	693.164	36.682	784.193

CUADRO IV

RESERVAS ESTIMADAS EN AFRICA EN MILLONES DE TONELADAS

País	Carbones antracitosos	Carbones bitumitosos	Carbones sub-bitumin. y lignitus	Totales
Nigeria	....	....	80	80
Congo Belga	....	90	900	990
Rhodesia	2	493	74	569
U. del Africa del S.	11.660	44.540	....	56.200
	11.662	45.123	1.054	57.839

CUADRO V

RESERVAS ESTIMADAS DE ASIA EN MILLONES DE TONELADAS

País	Carbones antracitosos	Carbones bitumitosos	Carbones sub-bitumin. y lignitus	Totales
Rusia asiática	1	66.034	107.844	173.879
Manchuria	68	1.140	....	1.208
Japón	62	7,130	768	7.970
China	387.464	608.549	600	996.633
Corea	40	14	27	81
Indo-China	20.002	....	....	20.002
Borneo Brit Norte	....	....	75	75
Indias Holandesas	....	93	1.228	1.321
Islas Filipinas	....	....	66	66
India	....	76.399	2.602	79.001
Persia	....	1.858	....	1.858
	407.637	761.217	113.220	1.282.047

CUADRO VI

RESERVAS ESTIMADAS DE OCEANÍA EN MILLONES DE TONELADAS

Pais	Carbones antracitosos	Carbones bituminosos.	Carbones bituminosos y lignitos.	Totales
Nueva Gales del Sur......	....	118.439	....	118.439
Victoria......	....	52	31.114	31.166
Queensland.	659	13.693	866	15.218
Australia occidental....	....	....	653	653
Tasmania...	....	66	....	66
New Zelandia	....	.911	2.475	3.386
	659	113.161	35.108	168.928

CUADRO VII

RESERVAS ESTIMADAS MUNDIALES EN MILLONES DE TONELADAS

Continente	Carbones antracitosos	Carbones bituminosos	Carbones sub-bituminosos y lignitos	Totales
América......	22.542	2.271.080	2.811.906	5.105.528
Asia...........	407.637	761.217	113.220	1.282.074
Europa.......	54.346	693.154	36.682	784.102
Oceanía	569	113.161	35.108	168.928
Africa	11.662	45.123	1.054	57.839
	496.846	3.903.745	2.997.970	7.398.561

CUADRO TOMADO DE LA REVISTA MINERA DE MADRID EN MILLONES DE TONELADAS

Europa	Cantidades reconocidas.	Reservas probables	Totales
Alemania	104.178	319.178	423.356
Gran Bretaña	141.178	48.034	189.533
Rusia	69	60.037	60.106
Austria Hungria	15.559	40.034	55.593
Francia	4.503	13.079	17.583
Bélgica	6.000	5.000	11.000
España	6.220	2.548	8.768
Spitzberg	....	8.750	8.750
Italia	52	191	343
	277.759	496.851	774.610
ASIA			
China	18.666	976.921	995.587
Siberia	....	173.879	173.879
India	446	78.555	79.001
Indochina	....	20.002	20.002
Japón	968	7.002	7.970
	20.080	1256.359	1276.439
AFRICA			
Transvaal	....	36.000	36.000
Natal	....	9.300	9.300
Zululandia	....	6.000	6.000
Africa del S. (otras regiones)	....	4.800	4.800
Rhodesia	419	150	569
	419	56.250	56.669

AMERICA	Cantidades reconocidas	Reservas probables.	Totales
Estados Unidos...	....	3.838.657	3.838.657
Canadá	414.804	819.465	1.234.269
Colombia	....	27.000	27.000
Chile.....................	2 082	966	3.048
Perú	....	2.039	2.039
	416.886	4688.127	5005.013
OCEANIA			
Australia.............	2.289	163.253	165.542
Nueva Zelanda.....	1.001	2.385	2.386
Islas Holandesas..	774	537	1.311
	4.064	166.195	170.259

AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN

Según el señor Hellferich, la progresión de las diferentes naciones en la producción de carbón de 1906 á 1911 guardó el siguiente orden:

NACION	Millones de toneladas		Aumento
	1906	1911	%
Estados Unidos ...	103.1	450.2	336.6
Alemania..............	73.7	234.5	218.1
Austria Hungria..	20.8	49.2	136.5
Francia	19.9	39.3	97.5
Gran Bretaña.......	160.0	276.2	72.6
Bélgica	17.3	23.1	33.5

NACIONES DE GRAN PRODUCCIÓN DE CARBÓN

Estados Unidos

Según Mr. Ed. W. Parker, Jefe del Servicio estadístico del Geological Survey, Estados Unidos producía en 1882, 100 millones de toneladas de 2000 libras; en 1890, 160 millones, sobrepasándola todavía la Gran Bretaña en 30%, pero en 1900 pasó á ocupar el primer lugar, como productor de carbón que conserva hasta hoy; y el aumento de su población, producción de carbón y consumo de éste por habitante, ha crecido en la siguiente proporción:

AÑO	Población	Producción de carbón. Toneladas de 200 libras.	Consumo de carbón por habitante. Tonelada de 2000 libras
1850	23'191.876	6'445.861 ton.	0.278 de ton.
1860	31'443.321	16'139.736 ,,	0.514 ,, ,,
1870	38'558.371	36'806.560 ,,	0.960 ,, ,,
1880	50'189.209	76'157.944 ,,	1.520 ,, ,,
1890	63'069.756	157'770.963 ,,	2.520 ,, ,,
1900	76'303.387	269'684.027 ,,	3.530 ,, ,,
1910	91'972.266	501'596.378 ,,	5.500 ,, ,,

La producción en el último quinquenio corresponde al siguiente tonelaje:

Año	Toneladas de 2000 libras
1912	534'466.580
1913	569'960.219
1914	513'525.477
1915	531'619.487
1916	597'474.000

Reservas.—Los datos sobre las reservas de carbón en Estados Unidos, suministran las siguientes cifras:

Superficie de carbón reconocida..	349.877	millas cuadradas
,, sin reconocimiento suficiente	89.882	
,, con capas á más de 3000 pies de profundidad	28.470	
	459.829	millas cuadradas

La clasificación de las reservas de carbón contando el ya explotado desde su orígen, que llega á 9,884'247.823 toneladas de las que 2,446'696.010 toneladas son de antracita, y 7,397'551. 833 toneladas de carbón bituminoso se descompondría aproximadamente así:

Antracitas	21,000'000.000	de ton. de 2000 lbs.
Semi-antracita	1,834'100.000	,, ,, ,, ,, ,,
Bituminoso	1444,036'500.000	,, ,, ,, ,, ,,
Semi-bituminosos	47,913'500.000	,, ,, ,, ,, ,,
Sub-bituminosos	984,084'900.000	,, ,, ,, ,, ,,
Lignito	1087,814'400.000	,, ,, ,, ,, ,,
Carbones á más de 3000 pies de profundidad	650,000'000.000	,, ,, ,, ,, ,,
Total	4236,383'400.000	

La cantidad de carbón por extraer se calcula en 3.527, 700.000.000 ó sea algo más del 99.5% del carbón que existía antes de la explotación, lo que con el consumo de 570.048.125 toneladas de 1813, habría carbón para 4000 años ó 40 siglos.

Operarios.—En 1913 se emplearon 747.644 operarios en los trabajos de las minas de carbón; en 1890 cuando comenzaron á usarse maquinarias, la producción por cada operario empleado fué de 579 toneladas al año, sobre una producción de 111'302.322 toneladas, las máquinas solo extrajeron 5'000.000, en 1913 la producción por hombre llegó á 837 toneladas al año y la producción total fué de 478'523.263 ó sea 4,3 veces mayor la de 1890, extrayéndose 242'476.559 toneladas ó sea más del 50 % con máquinas. Si no se hubieran empleado máquinas, la producción no habría podido pasar de las dos terceras partes del total.

Hace 10 años que el tonelaje de carbón extraído con máquina era solo de 27.6 %, el que en 1910 llegó a 41.77 % y en 1912 á 46.8 %

El número de máquinas cortadoras de carbón empleadas en 1913 fué de 16.381, y su producción media al año de 14.802 toneladas La cantidad arrancada á tiros (Shoot off the salide) en 1913 fué 75'155.707 toneladas ó sea el 15.7 % de la producción total.

La estadística del trabajo en el interior de las minas fué:

	ANTRACITA				BITUMINOSO			
AÑOS	Hombres	Días trabajados	T.m. tonel. por día y homb.	Id. T. por año	Hombres	Días trabajados	T. M. tonel. por dia y homb.	Id. T. por año
1890	126.000	200	1.85	369	192.204	226	2.56	579
1900	144.206	166	2.40	398	304.375	234	2.98	697
1910	169.497	229	2.17	498	555.533	217	3.46	751
1913	175.745	257	2.02	520	571.899	232	2.61	837

Trasporte.—El número de vías férreas ó compañías que hacen el trasporte de carbón en Estados Unidos, pasa de 90, y entre las que lo verificaron en 1912 pueden citarse las siguientes, con el tonelaje que trasportaron:

Pensilvania Railroad Sistem.............................. 72'536.245 ton.
Baltiwon Ohio..........,.................................... 34'376.015 ,,
New York Central line incluso Sittibury Lake
Erie .... 30'386.347 ,,
Chesapeake & Ohio Line.................................. 22'353.644 ,,
Norfolk & Western.. 21,994.109 ,,
Frisco Lines... 14'494.079 ,,

El total trasportado ese año fué de 366'864.938 toneladas de carbón bituminoso. Entre las que en 1913 trasportaron antracitas figuran:

Readig.. 12'914.887 ,,
Lehigh Valleg.................. .... 13,011.370 ,,
Lackawanna... 9'903.541 ,,

35'829.798 ton,

Pensilvania es la región carbonífera más importante del mundo; produce el 46.6 % del total del carbón de Estados Unidos; 11 líneas férreas hacen el trasporte de sus productos que pasan de 71 millones de toneladas.

Costo de producción del carbón.—Este es variable en los diferentes Estados; asi se tiene que en 1913 fué en:

Pensilvania	$ 1.11	(dollares)	por	ton.
Virginia occidental	,, 1.00	,,	,,	,,
Illinois	,, 1.14	,,	,,	,,
Ohio	,, 1.07	,,	,,	,,
Albania	,, 1.31	,,	,,	,,

Capital invertido.—Se calcula que en 1913, el capital invertido en la explotación de minas de carbón era aproximadamente en las de:

Carbón bituminoso	$ 750'000.000	(dollares)
Antracita	,, 275'000.000	,,
Total	$ 1025'000.000	dolares

GRAN BRETAÑA

La industria del carbón en la Gran Bretaña se remonta á la edad media; muchos años antes de 1610 ya se le explotaba en New Castle, y en 1710 se empleaban 500 caballos en el interior de las minas de Warwickshire; en 1712 se instalaron en la de Griff las primeras máquinas Newcomen de ocho caballos de fuerza, que consumían 25 á 30 kg. de carbón por cada caballo; en 1867 existía en New Castle 57 máquinas Smerton, que producían 1.200 caballos; en 1870 se instalaron en Willington Northumberland las primeras máquinas Watt que tenían un consumo de carbón 10 veces menor que las anteriores, mediante las que, la explotación de carbón tomó gran desarrollo, y la producción que solo fué de 2.400.000 toneladas inglesas en el siglo XVII, pasó á 5 millones en el XVIII y posteriormente á la aplicación de la máquina Watt subió á 10.000.000 en 1800; habiéndose producido entre 1801 y 1820, 210.000.000 toneladas con un valor de £. 105.000.000.

Según datos suministrados por la "Royal Comition" de 1871 y por las estadísticas de Samuel Salt, J. R. Mac. Culloh y la oficial, la producción de carbón puede estimarse en las siguientes cifras:

Año	Toneladas inglesas
1660	2'140.000
1700	2'616.000
1750	4'773.828
1800	10'080.300
1816	27'020.115
1845	34'600.000
1855	64'307.000
1860	84'042.698
1865	98'150.587
1870	112'875.525
1873	128'680.131
1880	149'969.409

Según Mulhall y la estadística oficial de 1873, la producción del carbón corresponde á las siguientes cifras:

Año	Toneladas inglesas
1820	12'500.000
1840	30'000.000
1850	49'000.000
1860	82'000.000
1870	110'000.000
1880	147'000.000
1890	181'000.000
1900	225'000.000
1910	264'400.000

En 1912 habían en explotación 3,500 minas de carbón que empleaban 1'072,000 operarios, lo que representaba 4'000.000 de personas que vivían del carbón.

Productos en el último quinquenio

Está representado por las siguientes cifras:

1912	291'660.299
1913	321'922.130
1914	297'698.617
1915	283'570.560
1916	287'110.153

La industria manufacturera basada en la explotación del carbón y el desarrollo de la marina mercante, han hecho la Inglaterra de hoy, un país dotado como ninguno de vías de comunicación, de puertos que cuestan en conjunto más de £. 150'000.000, donde la vida es más barata que en el resto de Europa y donde el operario puede hacer más ahorros.

El aumento de la población á consecuencia del desarrollo de la industria del carbón, está representado por las siguientes cifras:

Año		Inglaterra		Gran Bretaña
1780	....	8.000.000	....	12'500.000
1850	....	18'000.000	....	27'000.000
1915	....	35.000.000	....	46'000.000

La marina mercante se ha desarrollado en la siguiente proporción:

Año		Tonelaje de registro
1800	....	1'856.000
1820	....	2'654.000
1840	....	3'311.000
1860	....	5'713.113
1888	....	9'050.000
1898 á 1907	....	13'700.000
1914	....	19'000.000

Debiendo advertirse que según el Bureau Veritas de Hamburgo (Rev-Francesa Amerique, Abril 1914), Inglaterra tenía 19 millones sobre un total de 40 millones que existía en el mundo, y que según Kirkaldy Brithis Shippin, el valor de esos 19 millones de toneladas era de 165 millones y que el monto de los fletes percibidos se calculaba en £ 70.000.000.

En el total del tonelaje trasportado por mar, el carbón tiene la siguiente proporción:

Año	Tonelaje Total	Toneladas de carbón
1840	20'000.000	1'400.000
1861 á 1870	56'000.000	20'300.000
1871 á 1880	88'000.000	30'900,000
1880	113'000.000	39'200.000
1887	140'000.000	49'300.800

En 1912 la producción del carbón, su valor por tonelada, el número de operarios empleados y producción por operario corresponde á:

Toneladas producidas..........	260'398.578	ton.
Valor de la producción.........	Lp. 117'917.235	
Valor por tonelada...............		Lp. 9.0.68
Número de operarios empleados................................	1'072.395	
Producción por cada operario..................................		245 ton.

En 1909 se empleaban en Inglaterra 1691 máquinas cortadoras, que extraían 137 millones de toneladas, en 1913 esas máquinas aumentaron á 2.894 y produjeron 24.6 millones de toneladas, lo que representa menos del 10 % de la producción total.

Trasporte.—El trasporte del carbón, se hace por los siguientes ferrocarriles:

Great Central Railway..............................	13'080.494	toneladas
,, Northern..	7'313.606	,,
,, Western..	19'727.668	,,
Lancastion & Yorkshire..........................	8'693.132	,,
London & North W. Raway.......................	21'798.218	,,
Midland Raway......................................	25'003.721	,,

North Staffordshire Railway..................	27'892.375	toneladas
Salf Vale ,, ...	14'475.068	,,
Celedonia ,, ...	12'387.124	,,
Glasgow & South Western	3'282.567	,,
North Brithis ,, ...	20'102.116	,,
Total........................	174'756.089	,,

La cantidad de carbón exportado en 1912, (carbón, coke, briquetas, etc.) fué de 67'035.848 toneladas inglesas con un valor de £ 42'584.454, sin contar las 18'291.370 teneladas que los vapores cargaron para su consumo propio.

Reservas de carbón.—Según M. Hull (Eng. Mgz, Jun. 1899) las cuencas británicas, hasta 4.000 pies de profundidad, encierran 82.155'000.000 de toneladas de las que 20 millares de millones de toneladas han existido en condiciones favorables de explotación, á menos de 2,000 pies de profundidad; de las que quedaban por explotar á principios de 1900, 15 millares de millones, lo que podría abastecer á la producción durante 50 años trascurridos, después, será necesario explotar los 67 restantes, lo que dará vida á la industria del carbón por más de 200 años, 2 siglos.

Precio de costo.—Es variable el costo de extracción por tonela de carbón en las diferentes cuencas, y asi tenemos que es en moneda inglesa:

	sh.		d.
En Burham (Carbón para gas &)	4	......	7.84
,, Gales (,, ,, vapor)	6	......	2.50
,, Northingham ,, ,, ...	6	......	7.70
,, ,, ,, ,, ...	4	......	6.9
,, ,, ,, ,, ...	4	......	0.3
,, ,, ,, ,, ...	4	......	7.6

En la última cuenca la variación del precio de costo de la tonelada, depende de la potencia de las capas.

Alemania

En este Imperio como en Inglaterra la explotación del carbón es muy antigua, pues se remonta á la edad media; pero, su mayor desarrollo se inició con la construcción de los ferrocarriles y canales en 1850 y 1860; y, especialmente, después de la guerra del 70.

Producción.—Según el Diccionario Estadístico de Mulhall, el desarrollo de la producción del carbón sigue el siguiente orden:

Años	Millones de toneladas
1801 á 1820	25
1821 „ 1840	48
1841 „ 1850	47
1850 „ 1859	115
1860 „ 1869	261
1870 „ 1879	456
1880 ., 1889	718

Y la producción de consumo por décadas:

AÑOS	MILLONES DE TONELADAS	
	PRODUCCIÓN	CONSUMO
1800	0.3	......
1820	1.5	......
1830	....	2.5
1840	3.4	3.4
1750	6.7	6.0
1860	16.7	15.0
1870	34.0	30.0
1880	59.1	52.0
1889	84.9	75.0
1892	92.5	94.2
1896	112.5	114.0
1900	135.3	136.7
1910	144.0	......
1911	234.5	......

Producción en el último cuatrenio

Año	Toneladas
1912	281'979.467
1913	305'714.664
1914	270'594.952
1915	259'139.786

Reservas de carbón.—Las reservas slóo de Westfalia, sin bajar de 1,500 m. de profundidad se estiman en 86.000'000.000 de toneladas, y si se acepta una profundidad de 2.000 m. subirán á 200.000'000.000, y como la cuenca del Saar hasta 1.500 m. tiene 12.000'000.000 y la de Silesia 160.000'000.000, y las reservas estimadas en lignitos son de 9.314'000.000, de toneladas se tiene que el Imperio Alemán, contiene reservas que llegan á á 381.814'000.000 de toneladas.

Operarios.—Por lo que respecta al número de operarios empleados en las minas, solo se tiene los siguientes datos:

En Westfalia, el número de operarios que en 1881 era solo de 9.700, en 1911 subió á 35.000.

En Alta Silesia, en 1911 se ocuparon 117.891 operarios.

En Baja Silesia, en 1911 se emplearon 27,918, lo que dá para 1911 un total de 180.709 operarios sin que estén considerados los que trabajan en las cuencas del Saar, y los 372,000 de las minas fiscales de Prusia, en 1906, sobre la que no se tiene datos posteriores.

Precio de costo.—Variable en las diferentes cuencas de producción, corresponde á:

Cuenca	Costo por tonelada en marcos
Rhin Westfaiia	11.83
Aquisgran	12.22
Saar Lorena Baden	12.04
Wealden	11.78
Fuvingia Sajonia Stokhein	13.47
Baja Silesia	10.47
Alta Silesia	9.08

Trasporte.—En Alemania el trasporte del carbón se hace por un sistema mixto de vías ferreas y navegación fluvial de los que entre ríos navegables canalizados y canales hay 14.200 kmts. por

los que se trasportaron en 1912, 34'000.000 de toneladas, siendo el flete por tonelada entre Ruhvort y Mannheim (280 km.) de 0,93 de marco.

NACIONES DE MEDIANA PRODUCCIÓN DE CARBÓN

Francia

La bondad de los terrenos y del clima de Francia, y lo bien irrigados que están, han hecho que dicha nación sea más agrícola que industrial, por cuya razón la industria de los combustibles no tiene el desarrollo que debiera, dada la importancia de sus yacimientos y así vemos, que lejos de ser una nación explotadora de carbón, tiene que importar un fuerte tonelaje anual, para poder atender á sus propias necesidades.

Producción y consumo.—Puede tenerse una idea de la marcha creciente de estos por las siguientes cifras:

AÑOS	TONELADAS	
	PRODUCCIÓN	CONSUMO
1787	215.000	400.000
1815	881.000	1'112.000
1835	2'500.000	3'278.000
1843	3'690.000	5'293.000
1848	4'000.000	6,000.000
1852	4'900.000	7'958.000
1857	7'901.000	13'149.000
1860	8'304.000	
1869	13'464.000	
1880	19'361.000	
1890	26'083.000	
1900	33,270.026	
1902	29'997.470	
1905	35'927.000	
1910	38'349.893	
1912	45'534.448	
1913	45'108.544	
1914	33'360.885	
1915	19'908.892	
1916	22'000.000	

La disminucion que se nota á partir de 1913, se debe no solo á la guerra, sino á que Alemania ha ocupado una gran extensión del terreno carbonífero.

Las importaciones de hulla y coke fueron:

Año		Consumo	
1898	....	10'445.090	Toneladas
1900	....	14'601.981	,,
1905	....	13'910.523	,,
1910	....	19'145.872	,,
1912	....	19'878.477	,,

La produccción de coke fué:

Año		Consumo	
1896	....	1'600.000	Toneladas
1897	....	1'780.000	,,
1899	....	2'133.000	,,
1912	....	2'500.000	,,

Reservas.—Según el señor de Launay, hasta una profundidad de 1200 metros se tendrá:

Cuenca de Alais........................	985'000.000	Toneladas
,, Saint Etienne..............	685'000.000	,,
,, del Norte y de Calais...	95'000	,,
,, del Centro....................	13.000	,,
	1670'008.000	toneladas

A 1800 metros de profundidad se tendrán además:

Cuenca de Tureau....................	1300'000.000	toneladas
,, Anterior....................	17.600	,,
	1300'017.600	toneladas

Operarios.—Son atrazados los datos que han podido conseguirse respecto al número de operarios, pues datan del año de 1906 en el que se ocuparon 241.431 operarios en la extracción del carbón.

Austria Hungría

Según el "Mineral Industry" la marcha de la producción ha seguido la siguiente escala:

Año		Producción	
1900	....	32'532.462	toneladas
1901	....	34'212.350	,,
1902	....	33'184.722	,,
1903	....	33'646.632	.,
1904	....	34'855.896	,,
1905	....	35'277.342	,,
1906	....	37'641.021	,,
1907	....	40'112.630	,,
1908	....	40'604.308	,,
1909	....	39'774.762	,,
1910	....	39'209.399	,,
1911	....	39'650.151	,,

Y en el último quinquenio fué:

Año		Producción	
1912	....	56'954.579	,,
1913	....	59'647.957	,,
1914	....	53'396.400	,,
1915	....	52,679.712	,,
1916	....	50,801.602	,,

Operarios.—Según los boletines del Congreso Miner de Viena el número de operarios que trabajaron en las minas se descompone así:

Hombres........................	115.615
Mujeres..........................	4.291
Muchachos	4.823
Total..........................	124.729

Bélgica

La gloriosa, la heroica Bélgica, ese Estado de pequeña extensión territorial, pero capaz de tanta abnegación y tan sublime sacrificio, que ha asombrado al mundo con su valor y patriotismo en la actual guerra; durante la época de paz fué una colmena de

trabajo, y es así que mientras Europa tiene 4 km. y Estados Unidos 5 km. de ferrocarriles. por cada km. cuadrado de superficie, Bélgica ha llegado á 6.25 km. y es la nación que tiene mayor coeficiente en canales navegables; y relativamente á su extensión, donde ha adelantado más la industria del carbón.

La industria del carbón en Bélgica. data del siglo XII y yá, en 1775 el valor de su producción pasaba de 100.000 escudos ó sea 2'000.000 de francos, con la circunstancia, que es una prueba de la importancia industrial del país, que toda la producción que ha pasado de 25.5 millones de teneladas se ha consumido en él.

Producción.—Según datos suministrados al Congreso de Minería de Duselldorf en 1910, la producción de Bélgica, en carbón está representada así:

AÑO	Producción en millones de T.	VALOR	
		En millones de francos	Por tonelada en francos
1866	12.8	136.0	10.51
1870	13.7	148.6	10.85
1872	15.7	208.5	13.32
1873	15.8	337.6	21,40
1880	16.9	169.7	10.06
1885	17.4	154.6	8.87
1886	17.3	142.5	8.27
1887	18.4	147.6	8.04
1890	20.4	268.5	13,14
1895	20.4	193.0	9.45
1900	23.5	408.5	17.41
1909	23.5	340.0	14.37

Según el Mineral Industry, la producción en carbón de briquetes y coke fué:

Toneladas

Año	Carbón	Briqueta	Coke	Total
1900	23'462.817	1'385.910	2'434,678	27'283.415
1905	21'775.280	1'711.920	2'526.690	26'013.890
1910	23'916.560	2'651.190	3'110.820	29'678.570

Y en el último quinquenio:

Año	Producción	
1912	25'322.851	toneladas
1913	25'600.960	,,
1914	19'000.000	,,
1915	15'691.465	,,
1916	19'900.000	,,

Innecesario es explicar la causa de que haya disminuído su producción en los últimos años.

Operarios.—Las siguientes cifras dan una idea del adelanto de la industria del carbón en este heroico Estado.

La potencia media de los mantos explotados es solo de 0.66 metros, y sin embargo se han obtenido los siguientes rendimientos:

Por barretero en carbón	938	toneladas
,, operario del interior	226	,,
,, operario del exterior é interior reunidos	166	,,

En 1910 el número de operarios fué de 37.960 y el total de hombres, mujeres y niños que trabajaron en las minas de 142.699 y de éstos fueron barreteros 25.699.

Precio de costo.—Es variable en las diferentes cuencas, y asi se tiene:

Oeste de Mons	14.31	fr.	por	ton.
Centro ,,	14.48	,,	,,	,,
Charleroi	14.62	,,	,,	,,
Namur	14.90	,,	,,	,,
Lieja	15.28	,,	,,	,,
Promedio	14.70	por tonelada.		

Trasporte.—Se hace especialmente por canales, de los que existen 1640 km., y como entre los canales de Charleroi y Bruselas con el de Mons, donde hay una diferencia de nivel de 90 m. en 20 km. se ha salvado la dificultad mediante la ingeniosa construcción del ascensor de la Louriere, que toma simultáneamente dos lanchas, de las que una sube y otra baja, esta red de canales y otra de 4700 km. de ferrocarriles hacen de Bélgica el pais mejor dotado de vías de comunicación, facilitando notablemente el trasporte del carbón.

Rusia

La cuenca carbonífera más importante de Rusia, es la de Donetz que pertenece a la misma formación de Silesia, Hungría, Bélgica, Francia y la Gran Bretaña; fué estudiada en 1842 por el ingeniero francés Mr. F. de Play, y su carta geológica levantada por el geólogo ruso señor Helmersen en 1869, en 1873 producía ya 618.000 toneladas.

Producción.—La producción de carbón, en Rusia, ha aumentado según la siguiente escala:

Año	Producción	
1860	98.280	toneladas
1870	255.528	,,
1880	1'414.414	,,
1882	1'740.377	,,
1890	3'001.638	,,
1900	11'001.801	,,
1910	16'840.458	,,

Los datos anteriores se refieren á la cuenca carbonífera del Sur de Rusia, por lo que respecta á todo el Estado, solo se tiene los siguientes datos:

1898	12'307.463	toneladas
1900	16'156.055	,,
1905	18'727.766	,,
1910	23'105.628	,,

Y para el último quinquenio se tiene:

Año	Producción	
1912	33'775.754	toneladas
1913	37'188.480	,,
1914	36'414.560	,,
1915	31'158.400	,,
1916	128'262.724	,,

Reservas—Según el profesor L. Lutughin, sobre 20,000,000 km, cuadrados de cuenca carbonífera, y hasta una profundidad de 1500 metros, la existencia de carbón en Rusia puede avaluarse entre 17 á 18 billones de toneladas.

Operarios—En 1914 el número de operarios empleados en la explotación de las minas de carbón llegó á 181.000.

Japón

El rápido y admirable progreso del Japón, en todas sus manifestaciones, se ha hecho también extensiva á la explotaeión de las minas de carbón, pues con una producción que en 1877 era sólo de medio millón de toneladas, en un periodo de 39 años la ha hecho 44 veces mayor.

Producción.—Ha seguido la siguiente escala progresiva:

Año		Producción	
1877	....	500.000	toneladas
1880	....	1'000.000	,,
1886	....	1'746.296	,,
1895	....	5'019.690	,,
1900	....	7'370.667	,,
1905	....	11'955.946	,,
1910	....	15'433.621	,,

Y en el último quinquenio fué:

1912	....	21'648.902	toneladas.
1913	....	23'988.292	,,
1914	....	21'700.572	,,
1915	....	22'596.750	,,
1916	....	22'189.969	,,

Costo de producción.—En 1896, llegó á 5 sh. la tonelada.

Canadá

Se asegura que después de los Estados Unidos y la China, el Canadá ocupa el tercer lugar, como nación rica en yacimientos carboníferos.

Producción.—Según el "Minerai Industry", la producción de carbón está representada por las siguientes cifras:

Año		Producción	
1901	....	5'648.208	toneladas.
1905	....	7'961.397	,,
1910	....	11'711.000	,,

Y en el último quinquenio fué:

1912	....	14'512.829	,,
1913	....	15'012.178	,,
1914	....	13'594.984	,,
1915	....	13'269.023	,,
1916	....	14'461.678	,,

Australia

Los yacimientos más importantes de carbón son los de New Gales del Sur que en 1830 se explotaban yá, y han llegado á producir hasta 10 millones de toneladas, que, teniendo en cuenta que la población, no pasa de millón y medio de habitantes, representa una gran producción.

Producción.—Corresponde á la siguiente escala:

Año	Producción	Valor	Precio por tonelada
1850	71.216	£ 23,375	£ 0. 6.6.77
1860	368.862	,, 226,493	,, 0.12.3.36
1870	868.564	,, 316,836	,, 0. 7.3.54
1880	1'466.180	,, 615,336	,, 0. 8.6.36
1890	3'060.876	,, 1'279,088	,, 0. 8.4.29
1900	5'507.497	,, 1'668,911	,, 0. 6.0.72
1910	8'173.508	,, 3'009,656	,, 0. 7.4.37

Y en el último quinquenio:

Año		Producción	
1912	....	10'897,134	toneladas.
1913	....	11'663,865	,,
1914	....	10'390,662	,,
1915	....	10'582,899	,,
1916	....	1'262,420	,,

Desde el principio de la explotación, hasta 1914, el carbón producido tiene un valor de £ 76'595,823,

Exportación,—Pocos serán los que no conozcan ó hayan oido hablar del carbón de Australia, que es uno de los más reputados del mundo. Los siguientes datos hacen conocer el monto de la exportación que de este combustible se hace:

TONELADAS				
Año	Puertos extranjeros	Puertos australianos	Total	Consumo Local
1860	93,694	140,183	233,877	134,985
1870	242,825	335.564	578,389	290,175
1880	202.684	55,0670	753,358	712,824
1890	672,330	1'149.580	1'821,874	1'239,002
1900	1'390,752	1'978.580	3'369,332	2'138,165
1910	2'211.936	2'478,497	4'690,433	3'483.075
1914	2'646,250	3'221,783	5'868,633	4'522,889

Reservas,—Los depósitos de Queensland que no están aún en explotación activa, según el geólogo Mr. B. Dunstan alcanzarían á 409 millones de toneladas reconocidas y á 1685 millones probables, ó sea un total de 2094 millones de toneladas.

Operarios,—Los que en 1914 se ocuparon de la explotación del carbón se descomponen así:

En el interior de las minas..................................	15,180
En el exterior........	4,797
Total..	19,977

obteniéndose un rendimiento de 523 toneladas por operario, y considerando solo los operarios del interior, de 687 toneladas, en 1913 llegó á conseguirse un arranque en el interior de 752 toneladas, y como en ese año en las minas de Inglaterra solo se consiguió 332 toneladas, resulta que en las minas de Australia, la extracción de carbón por hombre representa mas del doble que en Inglaterra,

Explotación.—En Australia se tiene la ventaja de que muchos de los yacimientos carboníferos afloran á la superficie, lo que facilita la explotación por medio de socavón y galerías horizontales, en dirección y sobre la pendiente, lo que contribuye á dismi-

nuír el precio de costo de extracción por tonelada, y asi se vé que en Australia el 57% de la producción se obtiene por los métodos de explotación indicados, y el 47% restante mediante la explotación por pozos,

En 1914, se emplearon en las minas de carbón de Australia 243 máquinas, de las que 163 eran impulsadas por electricidad y 80 por aire comprimido.

Sud—Africa

Entre los yacimientos carb oníferos conocidos en el continente Africano, los más importantes son los de la parte Sur, pues si bien en el centro se encuentran los de la Colonia Alemana, al norte del Lago Nyassa estos parecen poco importantes y no se explotan.

Los yacimientos de la región del Sur se dividen en los siguientes grupos, cada uno de los que se halla relacionado con alguna línea férrea.

1º—En el Transwal: en Vereeniging, Douglas—Holfontein, Olifant River, en Middelburg cerca del ferrocarril de Petrovia á Lorenzo Marquez; en Bocksburg y Daggafontey, donde se encuentran las principales minas.

2º—En el Natal, cerca de New--Castel y Ladymisth cerca del ferrocarril Johannesburgo á Durban; y,

3º—En la colonia del Cabo las minas de Kronstad en la línea de Johannesburgo á Capetown y la de Cyphergat é Indwe cerca del ferrocarril de Spring—Fontain á East London.

En el distrito de Brocksburg, donde se hallan ubicadas las principales compañías carboníferas, hay una capa de 6 metros de potencia, lo que origina un costo de extracción y amortización muy bajo que llegó á 2,50 francos por tonelada, habiendo subido á 3 francos y 3,80 francos por tonelada para la Caesel Collery que en 1893 produjo 62,400 toneladas.

Las minas de Brokpan produjeron:

Año		Producción
1890–91	....	63,000 toneladas.
1892	....	147,800 ,,
1893	....	201,200 ,,
1894	....	240,300 ,,

Según el Mineral Industry la producción del Transwal en sus primeros años, y hasta la guerra Boer fué:

Año	Producción en toneladas	Valor del carbón en la mina	Precio por tonelada
1893	548,534	Fr. 6'436,000	Fr. 11,70
1894	791,358	,, 8'992,000	,, 11,35
1895	1'133,466	,, 12'905,000	,, 11,40
1896	1'437,297	,, 15'314,000	,, 11,65
1897	1'600,212	,, 15'316,000	,, 9,60
1898	1'938,000	,, 16'856,000	,, 8,75

y el total de la producción de Natal y el total de Africa del Sur, fué:

PRODUCCION		
Año	Natal	Africa del Sur
1893	129,631 Ton.	....
1894	141,000 ,,	....
1895	160,115 ,,	1'402,182 Ton.
1896	216,106 ,,	1'787,908 ,,
1897	364,000 ,,	2'003,176 ,,
1898	568,000 ,,	2'550,485 ,,
1899	328,693 ,,	239,443 ,,
1900	241,331 ,,	....
	2'148,876 ton.	

La producción para Transwal, Natal y el Cabo fué:

Año		Producción
1910	....	6'508,383 toneladas.
1911	....	7'045,815 ,,
1912	....	7'365,770 ,,
1913	....	8'801,216 ,,
1914	....	7'778,706 ,,
1915	....	9'275,083 ,,
1916	....	11'200,270 ,,

Operarios.—Hasta antes de la guerra trabajaban en las minas de carbón del distrito de Transwal los siguientes operarios:

Negros en el interior..	3917
Negros en la superficie...	2764
Blancos en el interior y exterior.............................	472
Total.	7153

Según el "Mineral Industry", el precio de costo de producción ha aumentado en los últimos años, y está comprendido entre 2 y 3 dollars la tonelada.

NACIONES DE PEQUEÑA PRODUCCIÓN DE CARBÓN

España

Si bien los yacimientos carboníferos, fueron conocidos en España, desde muchos años atrás, su explotación solo data de pocos años á esta parte y fué estimulada por el creciente consumo demandado por los ferrocarriles.

A partir de 1880, se tienen los siguientes datos:

Año	Producción	Importación	Consumo
1880	847,000 ton.	885,000 ton.	1'730,000 ton.
1890	1'187,000 ,,	1'718,000 ,,	2'905,000 ,,
1900	2'674,000 ,,	1'992,000 ,,	4'666,000 ,,
1910	4'058,000 ,,	2'316,000 ,,	6'373,000 ,,

y en el último quinquenio:

Año		Produccion
1912	....	4'559,453 toneladas.
1913	....	4'731,647 ,,
1914	....	4'897,360 ,,
1915	....	5'414.475 ,,
1916	....	6'055,727 ,,

Reservas.—Según el Ingeniero Adaro, jefe del Instituto Geológico, el depósito de Asturias que es uno de los principales, y que dista 50 kilómetros del mar, á razón de 20,000 toneladas por hectárea de terreno carbonífero, contiene 2400millones de toneladas de carbón.

Precio de costo,—Segun Nicou (Anales de Minas de Francia, 1905) la producción de carbón en Asturias tiene los siguientes precios de costo por tonelada.

Carbón extraido de las minas........................	10	pesetas.
Carbón comercial lavado..................................	13.33	,,

El rendimiento por operario es malo, pues solo representa 700 kilogramos por día y por operario del interior, y 370 kilogramos por el total de operarios empleados.

Chile

Todo el carbón que se encuentra en Chile, pertenece á los lígnitos de la formación terciaria, de manera que en esa República hasta la fecha no se han reconocido hullas ni antracitas.

Los primeros trabajos sobre minas de carbón se iniciaron por el año 1840. Las primeras minas que se explotaron fueron las de Lota y Coronel, después siguieron las de Lebu, Arauco. Los ríos de Curamlahue, Penco etc.

Algunas minas, tienen la ventaja de su proximidad á la costa, lo que facilita el transporte y embarque del carbón, pero tiene en cambio el inconveniente de que la explotación hay que hacerla bajo el mar, luchando con muchas dificultades.

Producción.—Pocos datos se tienen sobre la producción de carbón en Chile en los diferentes años, según el señor Gandarillas, desde el año 1840 en que se iniciaron los trabajos hasta 1902, esa producción podía estimarse en 20'650,000 toneladas y hasta 1916 en 32 millones de toneladas.

De 1912 á 1914 la producción fué:

Año		Produccion
1912	....	1'470,917
1913	....	1'362,334
1914	....	1'086,946
1915	....	1'179,310

que como se vé á ido disminuyendo de 1912 al 1914 notándose ya en 1915 una tendencia al aumento.

Reservas,—No se tienen datos concretos sobre las reservas de carbón en Chile, pues los mismos que hay respecto á la provincia de Arauco, son contradictorios, y así se tiene, mientras que, en 1910 se creía contar con unos 1827 millones de toneladas, según últimos estudios del ingeniero señor Eduardo Lemaitre, las capas carboníferas no tienen la regularidad que se les había supuesto y que sería imprudente contar con mas de 207'320,000 toneladas para las reservas de carbón.

EXPORTACIÓN É IMPORTACIÓN

A la vez que Chile exporta carbón, importa también el de otros paises y en mucho mayor cantidad que su exportación, como lo demuestran las siguientes cifras:

Años	Exportacion	Importacion
1905	227,800 ton.	793,927 ton.
1906	251,935 ,,	932,438 ,,
1907	250,005 ,,	832,612 ,,
1908	250,014 ,,	939,836 ,,
1909	250,072 ,,	898,971 ,,
1910	250,000 ,,	1'076,174 ,,
1911	255,281 ,,	1'188,053 ,,
1912	263,072 ,,	1'334,407 ,,
1913	286,336 ,,	1'283,450 ,,
1914	266,972 ,,	1'086,946 ,,

Operarios.—Según el interesante estudio del señor Gandarillas, en 1914, los operarios que trabajaban en las minas se descomponen así:

En el interior	5493
En el exterior	2612
Total	8105

Los que en promedio dieron un rendimiento de 155 toneladas de carbón por operario y por año.

Explotación—No son favorables las condiciones en que se hace la explotacion en las minas de Lota y Coronel en la Bahía de Arauco, pues ellas tienen una extensión de galerías sobre la capa de carbón de 1200 á 1400 mts. bajo el mar, y según el ingeniero Sr. Lemaitre, será dificil hacer la explotación á más de 3000 metros de la costa y como el límite entre la zona carbonífera (que contiene carbón) y el terciario inferior que no lo tiene es en:

Lota pique San Carlos	190	metros
Coronel; mina Causiño pique V	120	,,
,, Puchoco pique Morro	165	,,
,, Buen Betún	170	,,

se ve que bajo estos niveles ya no hav esperanzas de encontrar nuevas capas.

Entre los piques conocidos en las minas de Chile, pueden señalarse las siguientes longitudes:

Mina Schwager	250	metros	(4 piques)
Lota	170	,,	
Lota	287	,,	
Lota	1000	,,	Chiflón

Trasporte—El transporte del carbón producido entre los años 1913 al 1915 se hizo en la siguiente proporción.

Toneladas

	1913	*1914*	*1915*
Por mar	791.958	509.250	647.507
Por Ferrocarril	355.561	339.463	335.252
	1'269.022	1'018.455	196,551

Precio de costo—Es variable en las diferentes minas y el precio de costo por tonelada de carbón puesto en cancha es el siguiente en pesos chilenos.

Lota......................	$ 16.80
Schwager................	,, 11.30
Arauco.....................	,, 16,67
Ríos de Curamlahue	,, 19.00
Cólico	,, 16.97

Perú

Aunque las minas de carbón han sido conocidas desde hace muchos años y ya, en 1815 se usaba en las calderas del Cerro de Pasco el carbón de Rancas, puede decirse que, salvo las minas de Goyllarisquizga cuya explotación industrial comenzó en 1906, las demás regiones carboníferas no se ha pasado del periodo de exploración ó de simples reconocimientos.

Producción—El año 1901 el periódico el "Economista" (1) al ocuparse de la producción minera en los años 1899 á 1900 fija en 4.500 toneladas la producción de carbón nacional, al que le asignaba un valor de 650 mil soles de 24 peniques; después de este dato no existe ningún otro, hasta el año de 1904 en que se publicó la estadistica minera del cuerpo de Ingenieros de Minas, que á partir de esa fecha hace conocer la producción de carbón nacional, la que se descompone asi:

(1) Año VI N° 289.

Año	Producción	Valor
1904	59,920 toneladas	Lp. 89.880
1905	75 308 ,,	,, 100 000
1906	79.969 ,,	,, 138.155
1907	185.565 ,,	,, 107.116
1908	311.122 ,,	,, 140.784
1909	321.502 ,,	,, 192.356
1910	307.320 ,,	,, 178.992
1911	324.000 ,,	,, 194.155
1912	278.927 ,,	
1913	273.945 ,,	,, 199.250
1914	283.680 ,,	,, 205.167
1915	290.743 ,,	,, 208.890
1916	319.063 ,,	

Reservas.—Como casi todos los yacimientos carboníferos se hallan ubicados sobre la cordillera, y sus afloramientos pueden seguirse por grandes extensiones sobre los flancos de esta, y sus contrafuertes, la apreciación de las reservas carboníferas se han hecho, en vista de la superficie reconocida, de la potencia de las capas y de la densidad de las diferentes clases de carbón, sin que se hallan practicado sondajes, y en estas condiciones se tiene que según la apreciación hecha por los ingenieros señores Fuchs, Balta y otros sobre solo 19 de las cuarenta y cuatro cuencas, que pueden estimarse en 14,764'737,100 toneladas, las reservas de carbón en la República. Dándoles un fuerte coeficiente de seguridad he reducido estas reservas solo á 8.64'0136.831 de toneladas.

Operarios.—Según el Ingeniero Carlos L. Romero, Inspector de las minas de carbón en Goyllarisquizga, se emplearon en 1919 los siguientes operarios.

Dentro de la mina............	673
En la superficie...............	442
	1.115

obteniéndose un rendimiento de 323 toneladas anuales por cada operario en la mina y 195 toneladas por cada operario considerando el conjunto de ellos.

Si para los demás yacimientos carboníferos de la República se acepta, que el número de operarios que emplean es de 385, se tendría que las minas de carbón proporcionan trabajo á 1500 operarios.

Precio de costo por tonelada.—Como Goyllarisquizga, es la única mina de carbón que se explota industrialmente, estos son los datos que deben consignarse, y asi se tiene que según el ingeniero Romero, el costo de la tonelada de carbón en la mina es de S/. 4.69 incluyendo en él S/. 1,17 de enmaderamen, usando un 90 % de madera de Estados Unidos, de los que en 1916 se emplearon 1'695.593 pies cuadrados lo que corresponde á 7.8 pies cuadrados, por cada tonelada de carbón extraído, con un costo de S/. 0.15 por pié cuadrado.

El coke empleado en la fundición del Cerro de Pasco, preparado con el carbón de Goyllarisquizga, inclusive el trasporte a 42 km. dedistancia tiene un valor de S|. 8.96 por tonelada.

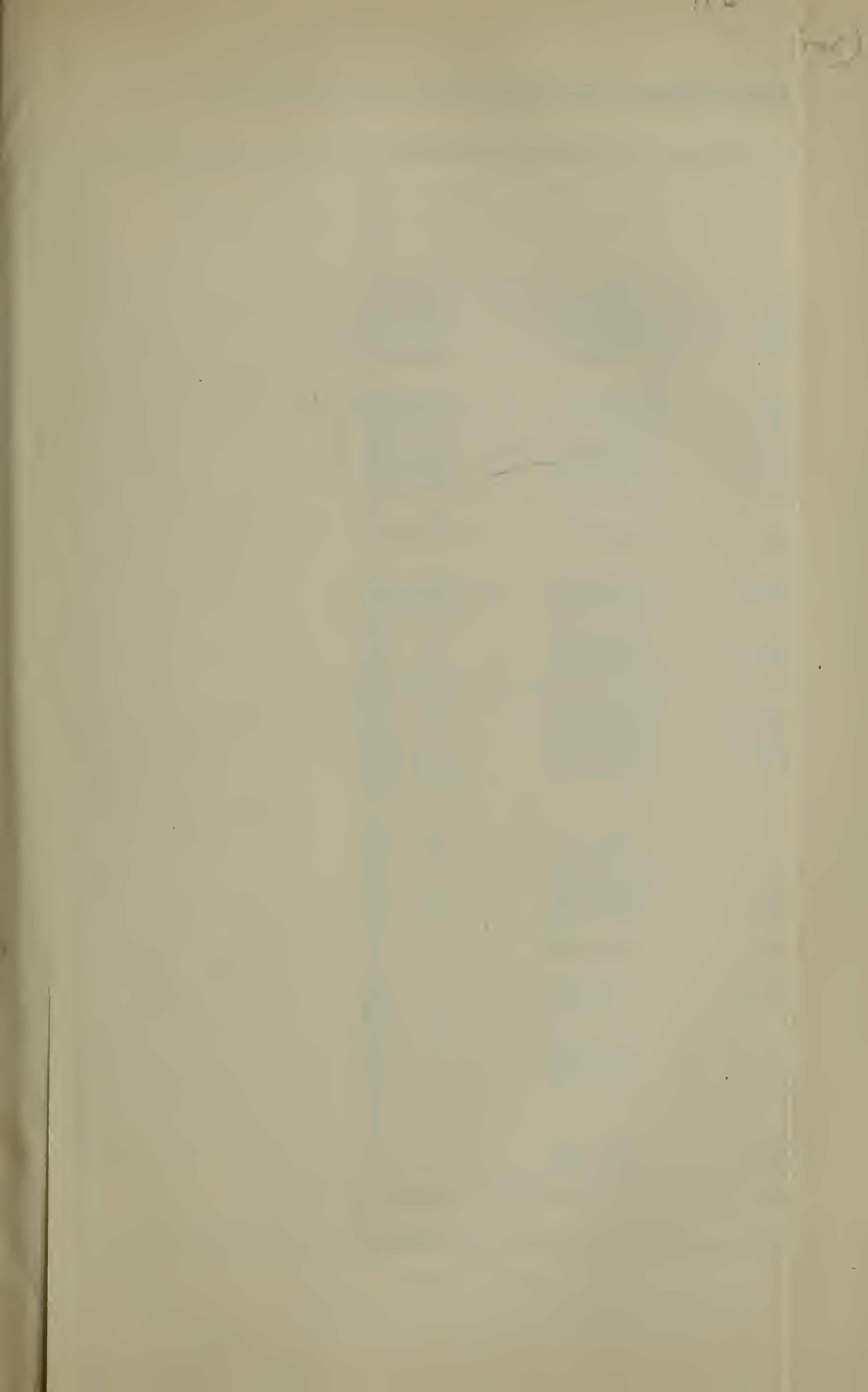
Explotación—Todos los yacimientos carboníferos tienen sus afloramientos visibles y su explotación puede hacerse, económica y fácilmente, mediante galerías en roca, horizontales en dirección y sobre la pendiente, que ofrecen grandes ventajas sobre el sistema de explotación por medio de pozos.

Trasporte—La falta de fáciles y económicas vías de comunicación es el principal obstáculo con que se tropieza para la explotación de las minas de carbón, pues salvo los lignitos de Tumbes y hullas de Paracas, que avanzan hasta el mar, y las antracitas del ferrocarril de Chimbote, las asfaltitas de Yauli y hullas de Goyllarisqnizga, que se hallan sobre la línea ferrea, los demás yacimientos carboníferos se hallan condenados al estacionarismo siendo censurable, que los yacimientos que ofrecen facilidades para el trasporte, no se hallen activamente explotados, lo que pro-

viene de la total indiferencia con que los miran los Poderes públicos, y de la tacañería, falta de espíritu de empresa é iniciativa de los capitalistas.

Otras naciones productoras de carbón

Además, de las naciones precedentemente descritas, hay otras que poseen yacimientos de carbón y son productoras de combustible mineral, pero sobre las que no tengo más detalle que, los relativos á su producción en el último quinquenio, los que consigno en el siguiente cuadro, habiendo considerado, también en él los relativos á las naciones ya citadas, á fin de que puede apreciarse en conjunto la producción total de carbón, en el mundo, en el último quinquenio 1912 á 1916.



Producción mundial de carbón en toneladas cortas

Paises	1912	1913	1914	1915	1916
1 Estados Unidos...............	534,466,580	569,960,219	513,525,477	531,619,487	597,474,000
2 Gran Bretaña	291,666,299	321,922,130	297,698,617	283,570,560	287,110,153
3 Alemánia	281,979,467	305,714,664	270,594,952	259,139,786	.....
4 Francia..........	45,534,448	45,108,544	33,360,885	19,908,892	22,000,000
5 Austria Hungría..............	56,954,579	59,647,957	53,396,400	52,679,712	50,801,602
6 Bélgica..........	25,322,851	25,600,960	19,000,000	15,691,465	19,900,000
7 Rusia	33,775,754	37,188,480	36,414,560	31,158,400	128,262,724
8 Japón............	21,648,902	23,988,292	21,700,572	22,596,750	22,189,969
9 Canadá..........	14,512,829	15,012,178	13,594,948	13,269,023	14,461,678
10 Australia New South Wales..	10,897,134	11,663,865	11,663,865	10,582,889	1,262,420
11 Sud Africa, Transwaal....	7,591,619	8,191,243	7,778,706	9,275,083	11,200,270
12 España	4,559,453	4,731,647	4,897,360	5,414,475	6,055,727
13 Chile..............	1,470,917	1,362,334	....	....	....
14 Perú...............	307,461	300,970	312,897	318,563	....
15 India..............	16,471,100	18,163,856	18,430,974	19,156,404	....
16 China..............	16,534,500	15,432,200	....	....	24,000,000
17 New-Zeland...	2,438,929	2,115,834	2,584,664	2,208,624	....
18 Holanda	1,901,902	2,064,608	1,928 540	2,262,148	...
19 Queensland	1,010,426	1,162,497	1,180,425	1,147,186	1,016,654
20 México...........	982,396	....	....	....	.....
21 Bosnia y Herzegovina........	940,174	927,244	....	....	......
22 Turquía	909,293	....	....	....	......
23 Italia	731,720	772,802	831,265	1,142,748	......
24 Victoria	664,334	668,524	691,640	588,104	......
25 Orange, Free State	525,459	609,973	699,217	727,537	......
26 Indias Holandesas	622,769	453,136	440,905	....	.....
27 Indochina	471,259	....	....	....	.....
28 Servia	335,000	....	....	....	.....
29 Suecia	397,149	401,199	401,143	454,432	... .
30 Australia	330,488	351,687	357,515	....	......
31 Formosa........	306,941	....	....	....	......
32 Bulgaria	324,511	....	....	....	......
33 Rhodesia........	216,140	237,728	391,394	458,934	......
Total..........	1'376,802,783	1'473,754,771	1'311'876,921	1'283,271,202	1'185,735,197

EL CARBÓN EN EL PERÚ

I

RESEÑA HISTÓRICA

De nuestra extensa cuenca carbonífera que, salvo determinadas lagunas, se extiende desde Tumbes, en el Norte, hasta la Punta de Sama, en el Sur, pocos son los informes completos que sobre ella se tiene, pues a excepción de los estudios de los ingenieros señores José Balta, sobre Cupisnique, en la provincia de Pacasmayo; Felipe de Lucio y Juan Velasquez Jimenez, sobre Ancos en la Provincia de Pallasca; Carlos L. Romero, sobre Goyllarisquizga en el Cerro de Pasco, y Enrique I. Dueñas sobre Jatunhuasi, en Huancayo, las informaciones que sobre las demás regiones carboníferas existen, son incompletas y carecen de los correspondientes planos topográficos, geológicos y catastrales que le son indispensables. Después de los citados estudios, los datos de carácter técnico que poseemos, se deben en su mayor parte al personal de ingenieros nacionales, que recibió estímulo y eficaz apoyo del Gobierno del señor Ingeniero Eduardo López de Romaña, quien creo el Cuerpo de Ingeniero, de Minas del Estado, debido á la feliz iniciativa del Ingeniero señor José Balta, que con tanto acierto y tan sólida preparación desempeñaba entonces (1902) la Dirección de Fomento.

Antes de que se crease el Cuerpo de Ingenieros de Minas, cuyos boletines contienen los datos más concretos y que más fé inspiran, sobre las diferentes regiones carboníferas de nuestro territorio; se habían emitido algunos informes y datos sobre ellas, pero

en términos tan generales y algunas veces, con el carácter de tan simples referencias que puede decirse, han servido tan solo para dar noticia de las diferentes regiones en que existe el carbón.

Las referencias que sobre las diversas fuentes de combustible en la República tenemos siguen el siguiente orden cronológico.

Año 1855

El señor Mariano Eduardo de Rivero en su colección de Memorias Científicas, suministra los primeros datos sobre la existencia de carbón en el Perú, y manifiesta; que, si bien en la costa existen los terrenos en que yace el carbón, no se había descubierto hasta entonces una capa de él, pero pronosticaba su existencia, que algunos años despues ha sido confirmada, en 1866, con el descubrimiento de los lignitos de Tumbes y después, con el de Lagunillas al Sur de Pisco.

El señor Rivero, asegura, que, las primeras aplicaciones industriales del carbón mineral en el Perú. se hicieron en el Cerro de Pasco, el año 1816. en las calderas á vapor que instaló la compañía Abadía, y que un señor Huvilie (Frerithick y Mendiburo lo llama Urille) fué quien reconoció la primera capa de hulla que se había descubierto en la colina de Rancas, á 2 leguas (10 kilómetros) de Cerro de Pasco.

Sin dar detalles de las características de los yacimientos, potencia, extensión de los mantos, ni composición de las diferentes clases de carbón, el señor Rivero, en sus ya citadas Memorias, señaló la existencia de minas de carbón en los siguientes lugares.

En el Cerro de Pasco

En Colquijirca, donde dice hay tres mantos; en los carros de Puelles, Anaspuquio y Siricancha, en la quebrada de Tullaravica, en el camino del Cerro á Huánuco; en el Cerro de Pargas, y en el paraje Curaupuero; en el camino á Vinchos, una capa de 15 varas (12.60 m. de potencia; en el Cerro Churcas al bajar la quebrada de Vinchos, y cerca del pueblo de Pallanchaca.

En Huayllay, á 12 leguas (60 km.) al Sur del Cerro de Pasco, en la quebrada formada por los cerros Andacancha y Anascancha; en el cerro Aranvaldpau, y el cerro Quisqui, cerca de la laguna de Pichac, de donde extraía carbón la Compañía Abadía, para la fundición de los minerales de plomo.

En Dos de Mayo

En Huallanca, mantos de 4 y 5 varas (3.36 á 4.20 m,) sobre los que se ha edificado el pueblo, en las inmediaciones de Chonta y en la quebrada de Queropalca.

En Cajatambo

Sin señalar localidad, y probablemente se refería á Oyón, dice que habían reconocidas y explotadas muchas capas de carbón de buena calidad, que se extiende á no pocas leguas de distancia.

En Yauli

En la cordillera de La Viuda, en el camino de Obrajillo á Cerro de Pasco; en Marcapomacocha; en Alpamarca y Pallanca; á inmediaciones del pueblo de Huapacchа; en Chapalca cerca de Puy-Puy; y en Huay-Huay.

En Tarma

En el camino que va de Tarma á Huancayo.

En Huancavelica

A inmediaciones de las minas de cinabrio

En la región del Sur

Refiriéndose á esta región. dice Rivero (1855) que hacía pocos años que se habían descubierto capas de carbón en la quebrada de Murco, cerca del valle Siguas al pié de los nevados de Sillay las que, inclinándose hacia el Norte, tenían una dirección de E. SE á O. NO y sin señalar su potencia, asegura que era de varias varas de ancho y el carbón de buena calidad, una de cuyas minas que trabajaba un señor Uría, fué probado en los vapores que hacen la navegación en la costa, y se usaba en las herrerías de Arequipa, dice que cerca de la hacienda Querulpa descubrió un manto de carbón y que hacia el Sur, en la quebrada de los baños de Yura, á 9 leguas (45 km) al Norte de Arequipa, había observado desde 1827, una capa de carbón, en unas pizarras negruscas, asi como también en Compuerta en el camino de Arequipa á Puno: en Esquino en el camino á Moquegua y en el Morro de Sama; é insinúa la posibilidad de encontrarlo también en el Morro de Arica, por la constitución del terreno.

Año 1866

En agosto de 1866 los señores José Manuel Braun y Manuel de Ugarteche, emitieron el primer informe, sobre los lignitos de Tumbes, sin hacer referencia á sus descubridores, y después de algunas perforaciones practicadas en la cuenca, este informe fué ampliado en febrero de 1867, por el señor Braun.

Año 1871

El Ingeniero Carlos Bode, (1) fué comisionado por el Prefecto de Puno, para hacer una exploración de un yacimiento de carbón en dicha localidad, para emplear su combustible en los vapores que hacen la navegación en el lago, y presentó un informe, en que daba cuenta de haber cortado una capa de hulla con espesor de 2 á 3 pulgadas (0.05) á (0.75 m) y que, á aquella pequeña profundidad, esperaba cortar un manto.

En ese mismo informe señala la existencia de carbón en los siguientes lugares:

En el cerro Chaclaya, una legua (5 km.) más abajo del pueblo de Ichuña (Moquegua), diferentes mantos de antracita.

En "Winas" (Ubinas) Carumas y Yanga, pueblos pertenecientes al departamento de Moquegua, cuya calidad es buena, y mejor para los vapores, el de Carumas

Año 1872

El señor Alfredo Duval, en el "Informe sobre los yacimientos de fierro de Tambo Grande" (2) que presentó el Ministerio de Gobierno, dice: "en la region del valle de Chira, y localidades contiguas, entre los ríos Quiroz y Macará, se encuentran, minas de carbón de piedra y el aspecto de los cerros de Chulucanas hace cree; que cerca y más arriba de Morropon, á la derecha del valle de Piura, casi á distancia de 35 km. de Tambo Grande, existen grandes minerales de carbón de piedra.

Año 1873

El sabio Raimondi, que tan abnegados y meritorios trabajos hizo para poner de manifiesto las exhuberantes riquezas que encierra nuestro privilegiado territorio, en una interesante obra

---

[1] Anales del Cuerpo de Ingenieros.—Tomo I.
[2] Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas N° 8 [Anexos].

"El Departamento de Ancahs" publicado en el citado año de 1873 da noticias sobre la existencia de minas de carbón en los siguientes lugares:

En el distrito de Shupluy en la provincia de Yungay, en Potrero en la provincia de Pallasca, cuyo combustible se usaba en Conchucos. En la hacienda Andaymayo en la provincia de Pomabamba. En la hacienda Uchusquillo, distrito de San Luis en la provincia de Huari. En Llaclla, distrito de Ticllos de la provincia de Bolognesi y en las inmediaciones de Oyón provincia de Cajatambo.

Asegura el gran Raimondi:

1º—Que todas las provincias del departamento de Ancachs, poseen carbón, pero que la provincia de Huari es la más favorecida,

2º—Que los carbones del departamento de Ancachs, no pertenecen á la formación carbonífera, sino que es mucho más reciente; y que, se halla encajonado en una arenisca que hace parte de la formación jurásica y

3º—Clasifica el carbón de Ancachs como hulla seca pero hace notar que puede usarse como hulla grasa, inyectándole una corriente de aire y de vapor de agua, como lo hacía el fundidor francés señor Ramón Babio, con el que obtuvo llama de gran longitud.

En la parte tercera de la citada obra "El Departamento de Ancachs", dá los resultados correspondientes á 23 muestras de carbón que analizó, siendo esos análisis los primeros practicados sobre muestras de combustibles. Un resumen de dichos análisis figuran como anexo Nº 1.

Año 1879

El ingeniero francés señor Mauricio du Chatenet, profesor de Escuela de Ingenieros en su memoria "Estado actual de la minería en el Cerro de Pasco" (1) refiriéndose al carbón indica:

1º—Que el Cerro de Pasco puede considerarse, como una de las regiones de la República, más ricas en combustibles;

2º—Que las hullas son muy cargadas de materias volátiles y con fuerte proporción de cenizas;

---

[1] Anales de la Escuela de Construcciones Civiles y de Minas, 1880.

3º—Señala la existencia de esquistos bituminosos aplicables á la fabricación de gas de alumbrado; y dice, que aunque la hulla y los esquistos tienen cada uno sus defectos especiales, puede correjírseles, mezclándolos convenientemente;

4º—Hace una relación de las minas de carbón que entonces habían, de la que resulta, que de 84 posesionadas solo se trabajaban 28 en forma muy rudimentaria y dando una producción que no pasaba de 1800 toneladas por año;

5º—Indica que el carbón de Rancas, se empleaba en usos metalúrgicos y los de Chacayán, Parca, Jusi y Huayllay, en los domésticos; y

6º—Pronosticaba desde entonces, 1879 el desarrollo que ahora tienen las minas de carbón del Cerro de Pasco, el cambio de la amalgamación por fundición, cuando se construyera un ferrocarril que trasportara el carbón á las minas y permitiera bajarlo á la costa.

Año 1880

El Ingeniero francés Esteban Delsol, profesor de la Escuela de Ingenieros que llevó en excursión á algunos alumnos á la provincia de Huamachuco, (1) al ocuparse del carbón, manifiesta; que el carbón es muy abundante, que las capas están encajadas en arenisca cuarzosa, son muchas y de gran espesor, y que hay en ellas más carbón, que el que el Perú pudiera consumir en 1000 años, siendo necesario conseguir un procedimiento (fundición) en que, el carbón pudiera reemplazar á la sal y mercurio que se usaba en la amalgamación.

Año 1883

El señor Leonardo Pflücker y Rico en un interesante estudio: "Apuntes sobre el distrito mineral de Yauli", (2) al ocuparse del carbón, señala la existencia de los siguientes yacimientos de hulla: (son de asfaltita).

"Dos grandes mantos en las minas de San Nicolás y Santo Domingo, en los cerros Huancavelica y Huamanripa, en la hacienda Santo Domingo á 70 km. de Yauli, de los que se obtenía abundante y barato combustible que se usaba en ese asiento minero.

---

[1] Anales de la Escuela de Construcciones Civiles y de Minas.—Tomo I 1880.

[2] Anales de la Escuela de Construcciones Civiels y de Minas.—Tomo III.—1883.

Las minas de San Antonio y San Jacinto, á 4 km. al O. del pueblo de Casapalca y á 50 km. al SE. de Yauli (región de Sorao) que produjeron abundante combustible. La mina San Miguel de Chuicho, que explotaba un yacimiento de 2.50m. de potencia.

La mina de San Carlos en Paucartambo cuyo combustible se usaba para la fundición de matas de cobre en Morococha. Las minas de Santa Rosa, de Tingococha cerca de la confluencia de los ríos de Yauli y La Oroya; las de San Lorenzo en Sincamachay, á 4 km. al N. de la anterior y las de San Antonio en el cerro Coiicoctingo.

Cita como hulla seca antracitosa en mantos de consideración á los yacimientos de asfaltita seca, de Tagliaquillo á 5 km. al SE. de Yauli, á orillas de la laguna Llacsacocha.

Año 1887

El señor ingeniero Juan Torrico y Meza, en un artículo: "Breves apuntes sobre el asiento mineral de Huallanca" (1) al descubrir esa región, ubicada en la provincia Dos de Mayo, refiriéndodose al carbón indica que saliendo de Huallanca por la quebrada que conduce al ingenio de Torres, existen varios mantos de carbón inexplorados, algunos de los cuales son muy abundantes; y, que los mantos de hulla tenían potencias comprendidas entre 0.50 m. y 1.50 m.

Año 1888

El ingeniero adscrito, al asiento mineral de Hualgayoc, señor Segundo Carrión, al dar cuenta á la Escuela de Ingenieros, de los resultados obtenidos en la fundición de Cushuro, (2) manifiesta que podía establecerse la fundición de Hualgayoc, usando como combustible la antracita ó hulla de sus cercanías, y un año después refiriéndose á los ensayos de fundición hechos en Arazcorgue, decía que había quedado demostrada la buena calidad de la hulla antracitosa, de las que existían numerosas y extensas capas en la hacienda Chala, en la quebrada de Tallamac, á 6 y 8 leguas (30 y 40 kilómetros) de Arazcorgue.

El ingeniero señor Torrico y Meza, en un artículo: "Somera descripción del viaje á los departamentos de Arequipa y Puno" (3) decía que á poca distancia de Chupica, (Chupica está á 7 le-

[1] Anales de la Escuela de Construcciones Civiles y de Minas, Tomo IV.
(2).—Boletín de Minas Industrias y Construcciones (B. de M. I. C.), Tomo IV.
(3).— ,, ,, ,, ,, ,, Tomo IV.

guas (35 kilómetros) de Puno) existían algunos mantos de carbón de pequeña potencia y mala calidad, por lo menos, hasta donde habían llegado los trabajos de exploración.

El ingeniero adscrito al asiento mineral de Cerro de Pasco, señor Ismael C. Bueno (1) en un informe que presentó á la Escuela de Ingenieros, ocupándose del carbón, participaba, que, de 24 minas empadronadas solo se trabajan 13 y que de ellas, las de Vinchuscancha, á 3 leguas (15 kilómetros) del Cerro, eran bien explotadas y que el combustible que producían se usaba en el Ingenio La Esperanza. Que las minas de Chacayan, á 6 leguas (30 kilómetros) al N. del Cerro, producían excelente carbón que daba un coke poroso y liviano, semejante al inglés; y, que la producción de carbón, dificil de determinar, era insignificante debido á su falta de aplicación en calderas de vapor y hornos de fundición. Señala en S|. 12 el precio de la tonelada de carbón.

Año 1889

El ingeniero señor Arturo Wertheman, ocupándose de "La Fundición y datos prácticos sobre el manejo de los hornos en Tarica" (2) indica que allí se usaba una antracita con 20% de cenizas (las que á su vez contenían 55% de alumina) la que no se transformaba en coke, y tenía un precio de S|. 12 tonelada.

El ingeniero señor Pedro F. Remy, profesor de la Escuela, al dar cuenta de la excursión á la provincia de Huarochirí, indica que en ella existían algunos yacimientos de carbón situados en las alturas de San Mateo (3).

El ingeniero señor Ismael C. Bueno, al describir las minas de Yanahuanca en el Cerro de Pasco, manifiesta, que en las alturas del pueblo de Chacayán, en una formación de arenisca, pizarras, caliza metamórfica y cuarcita se encuentran minas de carbón, entre las que señala: las del Carmen, San Nicolás y San Miguel en la quebrada de Huachapa, á 1,250 kilometros de Yanacancha, cuyo carbón de buena calidad, consideraba como una transición entre las hullas y antracitas. Indica que los mantos tenían buena potencia y recorrían gran extensión, y que el carbón que producían se usaba en el Ingenio de Huirin.

---

(1).—Boletín de Minas Industrias y Construcciones Tomo IV.
(2).— ,, ,, ,, ,, ,, Civiles. Tomo V.
(3).— ,, ,, ,, ,, ,, Tomo V.

El ingeniero señor J. Torrico y Meza, refiriéndose á Huancavelica (1) cita el carbón, de que ya hablaba Rivero en 1855, indicando que los cerros que rodean la población contenían vetillas de carbón muy bituminoso y el señor Remy, un año después confirma, esos datos manifestando que se trataba de venillas ó intercalaciones muy delgadas de hulla y que el carbón estaba muy mezclado con pirita.

El ingeniero Emilio G. Villa al describir "El asiento mineral de Colquipocro" (2) indica que en el se usaba el carbón de Caraz que se llevaba de 30 kilómetros de distancia.

Año 1891

El ingeniero Pedró F. Remy, en "Excursiones científicas, Viaje á los asientos minerales de Huarochirí y Yauli" (3) dá la noticia de haberse descubierto minas de carbón en el distrito de San Damián, en la provincia de Huarochirí, el que clasifica como hulla antracitosa, y es él, el primer profesional que al ocuparse del carbón en el Perú da el análisis de su composición.

Refiriéndose á la oficina "El Carmen" en la provincia de Yauli, indica que esa fundición sólo consumía combustible nacional, el que obtenía de "unos magníficos yacimientos de hulla" que poseía en Jatunhuasi, provincia de Jauja, de los que extraía una hulla grasa de excelente clase, con la que empleando el método de montones y hornos panaderos elaboraba un coke de superior calidad, que solo se diferenciaba del inglés, por su menor densidad, pues por lo demás tenía todas las buenas condiciones de éste.

El ingeniero señor Remy, fué la primera persona, que ha hecho pública la noticia de que en Jatunhuasi había una buena hulla y de la preparación del coke con ella,

El doctor en Ciencias, señor Feliciano Urbina, en su artículo, "Geología de Huanta" (4) indica que en el Ingenio Culluchaca, á 3 leguas (15 kilómetros) al NE. de Huanta se encuentra la formación carbonífera, que clasificó así el señor Raimondi, por los fósiles. "*Productus*" que allí encontró y que esa clasificación había sido confirmada, con el descubrimiento de capas de carbón de piedra á 4 leguas (20 kilómetros) de ese lugar, hecho por el ame-

(1).—Boletín de Minas Industrias y Construcciones Tomo V.
(2).—B. de M. I. y C. Tomo V.
(3).—B. de M. I. y C. ,, VII.
(4).—Boletín de la Sociedad Geográfica. Tomo I, N° 1.

ricano señor Larrabi en las alturas del pueblo de Tambo en la provincia de La Mar. Dice Urbina, que los fósiles "*Productus*" encontrados por el señor Barranca, en las márgenes del lago Titicaca, permitían juzgar, que la cuenca de Huanta y la del lago Titicaca, formaban parte, de una gran formación carbonífera que debía extenderse al S. de la cadena oriental de los Andes, siendo una comprobación de esa hipotesis los mantos de carbón descubiertos por Larrabi en Tambo y el de las antracitas al S. de Churcampa.

Año 1892

El señor ingeniero Hohagen, publicó la traducción de un artículo del señor Carlos Ochasenius (1) "El Petróleo y Asfalto de Palena en Piura, y su relación con la Sal y Carbón", en el que hace notar la vecindad y relación de la Sal con los mantos de carbón en Piura; y refiriéndose á la costa del Pacífico, tanto en el Perú como en Chile, asegura que en la parte de costa donde como en Tumbes y el Sur de Chile, llueve se encuentran mantos de carbón, y que en la parte en que no hay lluvias hay yacimientos de Sal.

El ingeniero del Ferrocarril Central, señor Edmundo Lane, publicó en "Engineering and Mining Journal" (2) un artículo sobre los "Yacimientos carboníferos del Perú" en el que despnes de hacer una descripción general del territorio, al ocuparse del carbóndice: que los yacimientos carboníferos han quedado practicamente intactos á pesar de su extensión, señala en el departamento de Junín la existencia de carbon bituminoso de buena calidad cuyo coke se usaba con éxito en Casapalca é indica que cuando se construya un ferrocarril á Cerro de Pasco, podría tenerse el carbón puesto en carros á S|. 1.80 y S|. 2.40 la tonelada. Refiriéndose á las antracitas señala su existencia en cantidad inagotable, en las inmediaciones del ferrocarril de Chimbote á Huaraz, el que dice, puede venderse puestos en carros á S|. 1.50 á 1.80 la tonelada, en Huamachuco donde dice existen capas que producían carbón que podía compararse favorablemente con el carbón americano ó inglés, termina indicando que en los departamentos de Arequipa y Puno se encontraban depósitos de lignito.

(1).—Gaceta Científica N° 4, Volumen VIII.
(2).—Boletín de Minas Industrias y Construcciones, Tomo VIII Pág. 70.

Anexo del año 1893

El ingeniero señor Edmundo Lane, leyó en el Instituto Federal de Ingenieros de Minas de Londres un informe relativo á "The Coal and Minerals Recourses of Perú" (1) en el que al ocuparse de los combustibles, se asombraba del abandono en que se encontraba la explotación de esos yacimientos que, considera, como factor indispensable para el desarrollo industrial del país. Cita los depósitos de carbón bituminoso próximos al Ferrocarril Central, manifestando que por su costo de extracción y carguío de S|. 3 á 4, puestos en carros hacen imposible toda competencia con el carbón importado de Inglaterra, Australia, y Estados Unidos, y tratando de las antracitas repite lo que había dicho sobre ellos en "Engineering and Mining Journal".

El ingeniero señor Torrico y Meza, en "Excursiones científicas, viaje á las provincias de Yauli y Huarochirí" (2) señala en las inmediaciones de Yauli, la existencia de poderosos mantos de Antracita (son asfaltitas llamadas secas por su pequeña proporción de materias volátiles) que dice son de mediana calidad, y hace notar por primera vez, la circunstancia de que, las cenizas de esos combustibles contenían una fuerte proporción de Vanadio, mineral raro.

El señor Federico Moreno, en el informe que presentó al Gobierno, sobre los yacimientos de petróleo en el departamento de Piura (3) al ocuparse del carbón de Tumbes, corroboraba los datos suministrados en 1866 por Braun y Ugarteche, y manifiesta que se encuentran capas de carbón, entre los ríos Quiróz y Macará en Chulucanas y Morropon, datos que confirman los que en 1872, dió el señor Alfredo Duva P. al informar sobre los yacimientos de fierro de Tambo Grande.

Año 1894

El ingeniero señor Ismael Bueno, al describir la oficina de Gasuna en la provincia de Cajatambo (4) indica que el carbón que hay á inmediaciones de la oficina, es una hulla seca sin llama, pero que en Conocpata, á 15 kilómetros, se encontraba carbón apropiado para hornos de reverbero.

(1).—B. de M. I. y C. Tomo IX.
(2).—B. de M. I. y C. Tomo IX.
[3].—Boletín de la Sociedad Geográfica Tomo III.
[4].—B. de M. I. y C. Tomo IX.

Al describir la oficina de Huamanrauca (1) dice que el coke que se usaba en la fundición, provenía de las minas de Chalhuacocha, el que tenía 15% de cenizas y era transportado desde una distancia de 60 kilómetros con un costo de S|. 40 por tonelada.

Finalmente en su informe sobre el Cerro de Pasco (2) describe la mina Vinchuscancha que está á 11 kilómetros del Cerro, y producía 1200 quintales (60 toneladas) semanales, con un costo de S|. 60 por tonelada puesta en el Cerro y suministra datos muy interesantes sobre esa formación que, dice se extiende á Chacayán, recorriendo una extensión de 37 kilómetros hasta Goyllarisquizga donde indica que la veta principal (manto) de gran potencia contenía una hulla grasa de excelente calidad.

El ingeniero señor Cárlos Posth, en su informe "Estado actual de la Minería en el departamento de Puno" (3) describe varias turberas, cuyos datos principales son:

Mercedes, en la quebrada de San Antonio al N. del pueblo del mismo nombre, con una extensión de 40.000 metros cuadrados y 9 metros de potencia.

Angelita en el cerro Tocorani, con 40.000 metros cuadrados y 6 metros de potencia.

Julia, al Sur de la quebrada y pueblo de San Antonio con 80.000 metros cuadrados y potencia variable, de ella se habían extraído 3,000 metros cúbicos de turba.

Rosa en la quebrada de Cavallini al E. del pueblo de San Antonio, con 40.000 metros cuadrados y potencia variable.

Año 1895

El ingeniero señor Fernando C. Fuchs, al ocuparse de "El Mineral de Vinchos y oficina de Huamanrauca (4) da los análisis de las hullas de Yanacancha, Vinchuscancha y Chalhuacocha, y de las pizarras bituminosas que allí se empleaban para los usos metalúrgicos y calderas.

En el Economista se publicó un artículo, sobre las "Minas de Carbón en Cajamarca" (5) en el que se daba cuenta, que según el periódico Inquietrer de New-York había salido en abril de

(1).—B. de M. I. y C. ,, IX.
(2).—B. de M. I. y C. ,, IX.
(3).—Boletín de Minas Industrias y Construcciones, Tomo X.
(4).— ,, ,, ,, , ,, ,, XI.
(5).—"El Economista" Año I, N° 8.

ese año, de New-York, una comisión de ingenieros, formada por los señores Clinton Gadner, ingeniero civil, Rook, ingeniero de Minas y por el periodista Wocoland (secretario de la comisión), para estudiar la construcción de un ferrocarril, que pusiera al alcance comercial los extensos yacimientos de antracita que existían al otro lado de los Andes en el N. del Perú, agregando que el Sindicato que mandaba la comisión representaba un capital de 100 millones de dollars, y había sido organizada por el doctor Cárlos W. Meyer, miembro del foro y distinguido hombre de negocios de Philadelphia.

Año 1897

El ingeniero señor José Balta, (1) en "Apuntes sobre las minas de carbón en el Perú", hace la historia del carbón hasta esa época, cita las publicaciones de Rivero, Braun, Ugarteche, Del Sol, Raimondi, Du Chatenet, Pflücker y Rico, Torrico y Mesa, y hace un estudio comparativo, entre las minas de carbón que se empadronaron por esa primera vez en 1879 y las que figuraban en 1896, haciendo notar la diferencia de la superficie carbonífera de 456 á 1132 hectáreas que les correspondían, entra en consideraciones sobre la extension probable del sistema carbonífero en el Perú, al que relaciona nuestras cuencas de carbón, y hace la siguiente pregunta:

"¿Continuarán los afloramientos carboníferos del Titicaca por el NO hasta encontrarse con la prolongación SE de Huanta?" y contesta "Absolver esta cuestión de gran importancia para la geología de Sud América, con algún rigor científico, me parece fácil, en el estado actual de nuestros conocimientos sobre la región intermedia". Manifiesta que en la cuenca del Titicaca, se ha encontrado carbón en diferentes partes y que Bade (2) reconoció capas de hulla de 2" y 3" de espesor á 7 leguas (35 kilómetros) de Juli, cita los análisis practicados por Raimondi sobre los carbones de Capachique y Vilque, establece comparaciones entre las cuencas carboníferas de Huanta y del Titicaca entre sí, y con las de otros paises, y termina recomendando el estudio de nuestras cuencas carboníferas, el que deberá comprender la estratigrafía, paleozoología y paleobotánica, la potencia del sistema, exten-

(1).—Boletín de Minas, Industrias y Construcciones. Tomo XIII.

(2).—Anales del Cuerpo de Ingenieros. Región Minera de Carabaya.

sión que ocupa, probabilidades de que continúe debajo de los terrenos más modernos y posibilidades de explotarlas.

El ingeniero señor Pedro C. Venturo en: "Excursiones Científicas, Viaje a Cerro de Pasco" (1) ocupándose del carbón señala la mina Nuestra Señora del Rosario, como la mina más antigua de la región y la más próxima al Cerro de Pasco (10 kilómetros) dice que está ubicada en el Cerro Vinchuscancha, en la ribera de Rancas, que los trabajos comenzaron en ella en 1849; que hasta el año 1887 había producido 86,000 toneladas de carbón y confirma la opinión del ingeniero Bueno, sobre la continuación de esos mantos carboníferos hasta Goyllarisquizga (37 kilómetros), á cuyas capas asigna una potencia de 8 á 10 metros y hace referencias á las siguientes minas:

El Cielo, con 10 metros de potencia para la capa de carbón, ubicada en el cerro Yurapucro, la que producía buen carbón, rico en gases.

Descubridora y San Cayetano en el distrito de Vilcabamba, con cuya hulla se preparaba el coke usado en Huamanrauca.

San Lorenzo y Rosario, que producían hulla antracitosa. Rosario en el distrito de Yaro y fija en 46 minas de carbón con 72 pertenencias, las empadronadas durante ese año.

Este artículo del ingeniero Venturo fué reproducido en "El Economista" Tomo VI, Nº 263—1900.

Año 1898

El ingeniero señor Ismael Bueno, al ocuparse de la oficina Pucayacu, en Cerro de Pasco (2) dice que en ella se usaba hulla grasa de llama larga, proveniente de Chalhuacocha y Yanacancha, distantes 8 y 4 leguas (40 y 20 kilómetros) de la oficina con un costo de S|. 12 y 14 por tonelada respectivamente, señala en 62 pertenencias, el número de minas de carbón empadronadas de las que solo se explotaban 19, manifiesta que era dificil conseguir datos sobre su producción, que sólo había podido obtener respecto á las de Vinchuscancha, que era de 1900 toneladas anuales; indican que casi todas las minas de carbón excepto las de Vinchuscancha, se encontraba en un radio de 4 á 6 leguas (20 á 30 kilómetros) del Cerro, ofreciendo todas las variedades de combustibles desde la arcilla bituminosa (carbon de postura) hasta la hulla grasa de excelente calidad que producía buen coke,

(1).—Boletín de Minas, Industrias y Construcciones. Tomo XIII.
(2).— ,, ,, ,, ,, ,, ,, XIV.

y hace especial mención de las minas de Goyllarisquizga, con 10 metros de potencia y espléndida situación topográfica, insinuando ya, desde entonces, la necesidad de construir el ferrocarril que años después construyeron los americanos que explotan esa importante cuenca.

Año 1899

El ingeniero señor José Balta en un artículo "Ojeada sobre la minería de Yauli" (1) explica la formación del valle del Mantaro, señala la ubicación de los asfaltos y les asigna como origen la descomposición de los moluscos cuyos carapachos impregnan las rocas.

El ingeniero F. Málaga Santolalla, (2) en un "Informe sobre la provincia de Hualgayoc" describe las diferentes minas de carbón de esa provincia, y trascribe la opinión del geólogo americano que las reconoció por cuenta de un Sindicato Americano.

El ingeniero señor Carlos E. Velarde, en "Apuntes sobre la minería en Yauli" (3) suministra algunos datos sobre los yacimientos carboníferos de Llacsacocha, Pomacocha, y Huari, y señala también como cuenca productora del carbón que se usaba en Yauli á Jatunhuasi que dice se encontraba á 20 leguas (100 kilómetros).

El Economista, en un artículo titulado "Extensión de los Yacimientos de Carbón Antracitoso" (4) da cuenta de una publicación hecha en Estados Unidos, sobre la concesión otorgada al señor C. B. Jones para explotar las minas de carbón de Hualgayoc durante 20 años, tomados de los periódicos científicos "Mines and Minerals", Scraton Pa, y "Association Letter", órganos de los explotadores de carbón, que contenían el informe presentado por el géologo señor Williams Griffet; sobre los yacimientos de Tallamac (en Hualgayoc) y Callacuyan (en Santiago de Chuco) haciendo notar que el primero era de igual calidad y el segundo superior al carbón de Pensilvania.

[1].—Boletín de la Sociedad Nacional de Minería, Año II, N°. 18.
[2].— ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, II ,, 22.
[3].— ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, II ,, 24.
[4].—"El Economista" año I.—N° 8

Año 1900

El Ingeniero F, Málaga Santolalla, en artículo titulado "Apuntes sobre las minas de carbón del Perú" (1) describe las minas de carbón de Tallamac en la provincia de Hualgayoc y hace una relación de las diferentes pruebas que con él se hicieron en las oficinas de Hualgayoc para aplicarlo á la fundición.

El Ingeniero F. C. Fuchs en "Notas sobre la formación carbonífera de la Península de Paracas" (2) hace una descripción topográfica y geológica de la Peninsula, señala la existencia de tres capas, los análisis practicados sobre muestras provenientes de dos de ellas, y una relación de los fósiles encontrados, los que le permitieron clasificar la región como perteneciente al sistema carbonífero, y hace notar que si bien en otras localidades se había determinado la existencia del carbonífero, esas clasificaciones se habían hecho en vista de los fósiles zoológicos y que, por primera vez en el Perú, se había hecho la clasificación del carbonífero, en vista de su flora, como había hecho él con el de Paracas.

El Ingeniero Carlos E. Velarde, en: "Minas de Andaychagua en Yauli" (3) indica que el tratamiento del mineral se hacía usando carbón de Llacsacocha, (25 km.) de Huari y Jatunhuasi.

En el Boletín de Minas (4) se publicó un cuadro sobre la producción de carbón en el mundo durante los años comprendidos entre 1889 y 1899 y la redacción hacía notar, que, no obstante de que existían en el Perú grandes depósitos de hulla antracitosa, no figuraban en dicho cuadro, debido á que el carbón no se explotaba por las dificultades de trasporte, y por la costumbre que había de usar carbón inglés.

El señor Fernando Fierro Fernandez, en un artículo "El Cobre, el Carbón y la Arcilla" (5) ocupándose de la fundición del cobre en Cerro de Pasco, hace notar lo indispensables que son para efectuarla, el carbón y la arcilla, y llama la atención sobre el alza de precio que había experimentado el carbón, pues habiéndose vendido á S|. 0.25 y S|. 0.30 (quintal) en tres meses se

---

(1)—B. de M. I. y C. Tomo XVI.
(2)—B. de M. I. y C. Tomo XVI.—Informaciones y Memorias de la Soc. de Ing., Tomo II, Nº 16. Boletin de la Soc. Nac. de M., año VI., Nº 68.
(3)—Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros Tomo II.
(4)—Boletín de Minas, Industrias y Construcciones Tomo XVII.
(5)—Boletín de Minas, Industrias y Construcciones Tomo XVII.

duplicó su valor y expresaba sus temores de que si continuaba el alza pudieran paralizarse las fundiciones, con daño evidente para los productores de cobre, de carbón y de arcilla.

Año 1901

El malogrado Director de la Escuela de Ingenieros señor Eduardo J. Habich, á quien tanto debe el país, en su interesante artículo: (1) "Aguas y yacimientos de combustible como fuente de energía", con el perfecto conocimiento que tenía de las necesidades nacionales, y con visión clara de su futuro desarrollo, refiriéndose el carbón señala la existencia de yacimientos de antracita, hulla seca y grasa, y esquistos bituminosos, indicando que, por la falta de trabajos de exploración metódicos, poco se conocía de ellos; que respecto á la superposición de las capas, ésta sólo podía apreciarse en los lugares donde el trabajo de erosión de las aguas, las había puesto en descubierto, y dice: "A nuestro modo de ver no hay minas de carbón malas ni mal situadas: tarde ó temprano se aprovechará su poder trasladándolos por electricidad hasta lejanas comarcas con gran provecho para ellas y para las minas productoras", cita lo que acontecía respecto al carbón en Holanda é Italia y señala la existencia en el Perú de grandes depósitos de turba, recomienda el estudio sistemático de nuestros yacimientos de combustible y termina diciendo "hay que reunir todo lo que se conoce respecto á estos combustibles bajo todos los puntos de vista y en seguida completarlo por expediciones especiales á los lugares poseedores de tales yacimientos; los encargados de efectuar estos estudios fijarán topográficamente las cuencas de estos yacimientos, sus caracteres geológicos y mineralógicos, la naturaleza del carbón, su empleo para las necesidades locales y la posibilidad de emplearlo en las industrias, transformándolo en fuerza motriz trasportable y por fin comparar económicamente los servicios que pueda prestar en relación con el carbón que se importa" y termina aconsejando la adquisición de aparatos de sondaje y la necesidad de preparar personal que se pusiese expedito en su manejo.

El Director de Fomento, Ingeniero señor J. Balta, en circular de 10 de julio de 1901 dirigida á las Delegaciones de Minería les remitía cuadros impresos para que los llenaran con datos relativos á las minas de carbón y les recomendaba el envío de muestras para mandarlas analizar.

(1)—Inf. y Mem. de la Sociedad de Ingenieros, Tomo III, Nº 9.
El Minero Ilustrado del C. de Pasco. Año IV, Nº.185.

El Ingeniero Michel Fort en "Desarrollo minero del Perú" (1) al ocuparse de las diferentes regiones mineras del territorio, señala los yacimientos de combustibles conocidos cuya existencia había sido ya indicada por otros profesionales.

En el "El Economista" (2) se publicó un artículo titulado "La Minería en el Perú en los años 1899 y 1900" en que se dán los datos relativos á la producción de los citados años y entre ellos se consigna por primera vez la producción de carbón que se fija en 4,500 teneladas y se le asigna un valor de S|. 650,000 de 25d.

El señor Teodorico Olaechea, en un artículo "Apuntes sobre la Minería en el Perú", refiriéndose al carbón dice—"parece que la naturaleza preveyendo el futuro desarrollo industrial del Perú hubiera asegurado esta sustancia (carbón) en cantidad más que suficiente, para atender durante largos años á sus múltiples manifestaciones y es de observar que la enorme proporción de combustible mineral comprobado hasta hoy en nuestro territorio, está casi íntegra por ser muy reducido su consumo local" indica, ahí todas las variedades del carbón:—grafito, antracita, hulla, lignito, turba, y que la primera se encuentra en Cajatambo y Huari, antracita en el camino de Chimbote á Huaraz, en las provincias de Otuzco y Huamachuco, hulla antracitosa y grasa en los departamentos de Cajamarca, Ancachs, Junin, Arequipa, Puno, Moquegua y en el Cuzco, en la provincia de Urubamba; lignito, en Loreto en las playas del Ucayali y en Puno y turba (Champa) en el centro, en Cerro de Pasco, Huancavelica y en la altiplanicie del Sur.

Año 1902

El ingeniero señor Fernando C. Fuchs, en "Yacimientos carboníferos de Contumazá y Otuzco" (3) señala la existencia de los yacimientos de Membrillar, Guangamarca y Bazán, en el distrito de San Benito de la provincia de Contumazá, dá las características topográficas y geológicas de la región y la composición del carbón cuyos análisis presenta.

En la provincia de Otuzco, describe lós yacimientos de Sauce, Tranca y Laguna y manifiesta que ambas regiones la de San Benito y Otuzco carecen de valor industrial como regiones carboníferas.

---

(1) "El Economista", Año VI, Nº 289.

(2)—Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros, Tomo IV, Nº 6.

(3)—Boletín de Minas, Industrias y Construcciones, Tomo XVII.

Año 1903

El ingeniero señor José J. Bravo, en un artículo "La Turba en el Perú" (1) indica los lugares donde se encuentra la turba, dá la composición de ella, recuerda las turberas ya citadas por Raimondi y dice que ese combustible se encuentra no solo en la sierra; sino también en la costa, citando como ejemplo la que se encuentra en Vicentelo á inmediaciones de Lima.

El señor W. A. Zumaita, en el artículo "La Minería en Angaraes" (2) al ocuparse del carbón señala su existencia en las punas de la hacienda Yanahututo y en las alturas de Pirca en el distrito de Acobamba, indicando que tiene poca ceniza, pero que son friables.

El ingeniero señor M. A. Denegri, en su "Informe preliminar sobre la veta de Pozo Rico", en la provincia del Dos de Mayo (3) tratando de los combustibles indica que los hay de muchas variedades desde las antracitas hasta la hulla bituminosa apropiada para la fabricación del coke y manifiesta que en no lejano día se construiría un ferrocarril que pudiera transportarla al puerto de Supe, cuya ruta ofrecía grandes facilidades.

El señor Mariano Lizarribar, delegado de minería de Cajatambo, en un artículo "La Minería en Cajatambo" (4) al ocuparse del carbón de Oyón hace un elogio á la zona carbonífera que considera superior, á las de la China y Canadá, señala: las distancias de 30 y 14 leguas (150 y 70 kilómetros) á que se encuentra de Huacho y Cerro de Pasco, la extensión de 77 kilómetros en que se extiende desde Rapaz hasta el N. de Quichas en el camino á Huamalies, y de 55 kilómetros entre Yanacocha y Andajes, la existencia de tres capas continuas con potencia de 20 á 50 metros y la topografía de la región y finalmente indica, que las antracitas se encuentran al NO. de Oyón, las hullas secas al SO. y las hullas grasas al NE. y SE. Hace variar la proporción de cenizas del carbón entre 5 y 7% y dice que sólo se explotaba la región del NE. para preparar coke que se vendía en Huaraucaca á 50 kilómetros de distancia á S|. 5.00 la tonelada.

El señor Estenio Pinzás, en un informe "La Minería en la provincia del Dos de Mayo" (5) al dar cuenta de los combustibles dice: que en la villa de Huallanca, está situada dentro de

[1].—Boletín del Ministerio de Fomento, Tomo I, N° 1.
[2].—Boletín del Ministerio de Fomento, Año I, N° 2
[3].— ,, ,, ,, ,, ,, ,, I, ,, 2
[4].— ,, ,, ,, ,, ,, ,, I. ,, 2
[5].—Boletín del Ministerio de Fomento, Tomo I, N° 2.

una zona de antracita de 6 kilómetros de extensión, que los cerros que la dominan contienen antracita de buena calidad que se empleaba en todos los usos industriales y domésticos, que el costo de la tonelada era de S|. 6 y que no pasaba de media tonelada el consumo anual por habitante. Cita como más importante los mantos de Querochucho, Chapipata, Tablagaga, Chupa, cuya potencia marca entre 1.20 y 3 metros, señala la existencia de huila grasa en Shegllapata y Huacoto, la que produce un coke poroso liviano en Magapata y Puelpeag donde existen siete capas comprendidas entre 0.60 y 2 metros, dá á esta zona una extensión de 150 kilómetros por 3 de ancho, y dice: que el cocke que obtiene de esa hulla es duro y compacto.

El ingeniero señor Augusto F. Umlauff, en un artículo "La Turba en el Perú" (1) habla del uso que se hacía de la turba en las minas de Cailloma, donde se le empleaba en los calderos de vapor y hornos de reverbero, hace la descripción de varias turberas, de las que dá detalles é indica los análisis de su composición y termina manifestando que en todo el Perú, en la costa, sierra y montañas, había turberas pero que las más importantes eran las que se encontraban en los lugares de rigurosas heladas, como son las de la cordillera.

El ingeniero señor F. Alayza y Paz Soldán, en su informe sobre "la Provincia Litoral de Moquegua y el departamento de Tacna" (2) hace una descripción topográfica y geológica y dá las características de los yacimientos de lignitos y huilas de los distritos de Carumas, Ichuna, Ubinas, Puquina y Omate, y acompaña los análisis relativos á la composición de algunos de esos carbones.

Año 1904

El señor Enrique Laroza, siendo alumno de 3er. año de la Escuela de Ingenieros, presentó como memoria de excursiones (3) un estudio sobre la mina de asfalto La Lucha (Yauli) en el que suministra datos sobre la característica del yacimiento, al que le atribuye un origen orgánico, proveniente de la descomposición de la materia orgánica, de los numerosos restos marinos, que al estado de fósiles se encuentran en gran cantidad en esa región.

(1).—Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros Tomo V, N° 10.
(2).—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas, N°. 3.
(3).—Boletín de M. I. y C. Tomo XX.

El ingeniero señor Enrique I. Dueñas, publicó un artículo titulado "Los carbones de la Oroya" La Lucha (1) en el que describe los mismos yacimientos de la Lucha, pero ateniéndose tan solo al resultado de los análisis del combustible, y sin tomar en consideración las condiciones geológicas del yacimiento y las condiciones físicas del combustible, clasifica esas asfaltitas como hulla grasa, é indica que dicho combustible había reemplazado en la oficina de La Victoria en Yauli al carbón Australiano, (pig coal) que antes se usaba con lo que se había obtenido una economía de S| 16 en tonelada.

El ingeniero señor José J. Bravo, en un interesante artículo sobre la mina La Lucha (2) hace la descripción topográfica y geológica de la región, de las características del yacimiento y de las condiciones físicas del combustible, cita las variedades conocidas del asfalto, Grahamita, Albertita y Gilsonita (Untahita), hace un estudio comparativo entre esas variedades y los productos de la Lucha, indicando las clases de análisis que debe hacerse sobre éstos y cree que se trata de una nueva especie mineral ó por lo menos de una nueva variedad del asfalto.

El ingeniero señor Cárlos E. Velarde, en un estudio sobre "Asfalto Bituminoso de la mina La Lucha" (3) se ocupa de la ubicación, geología y origen probable de los yacimientos, hace una descripción de la mina y de su explotación y dá los análisis practicados por los señores Alcott, Gornin, Juan A. Loredo y otro ensayador.

El ingeniero señor F. Málaga Santolalla, en "Recursos minerales de la provincia de Hualgayoc" (4) al tratar de los yacimientos carboníferos, hace una descripción topográfica y geológica de los yacimientos de Tayamac y Tuco en el distrito de Bambamarca, trascribe la opinión que sobre esos yacimientos había emitido el geólogo señor Griffit y termina señalando las minas que eran conocidas.

El ingeniero señor Enrique I. Dueñas, en "Apuntes sobre las minas y oficinas de la Empresa "El Vesubio" (5) al ocuparse de la oficina indica que en el horno de manga se fundía con antracita, y dice "Fundir con antracita fué considerado por mucho

(1).—{Boletín de M. I. y C. Tomo XX.
{Boletín de la Sociedad Nacional de Minería, Año VII, N° 81

(2).—B. de M. I y C. Tomo XX.

(3).—Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros, Vol. VI, N° 10.

(4).—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas N° 6

(5).—Boletín de M. I. y C. Tomo XX.

tiempo, y aún todavía hoy en EE. UU. como uno de los tantos imposibles de que se ha hablado en materia metalúrgica, pero bien examinado el problema, ya bajo su faz química como mecánica, se comprende lo equivocado de aquel concepto, proveniente de generalizaciones mal hechas, pudiendo nosotros presentar un mentís á dicha afirmación el hecho de que en la fundición El Vesubio, como en Tarica (Pallasca) se funde con antracita, tan bien como podría hacerse con el mejor coke", dá las características de los yacimientos que posee la Empresa indicando la composición de los carbones que produce y señala en S| 18 el precio de la tonelada métrica del carbón puesto en la oficina.

El ingeniero señor Augusto Umlauff en "El Cinabrio en Huancavelica" (1) al tratar de los combustibles indica que las calizas dolomicas, pizarrosas conglomerados y areniscas contienen sustancias orgánicas petrificadas que abundan en las pizarras bituminosas, que hay turbas de buena clase, que existen yacimientos de carbón en Santa Ana, Huachocolpa, Lircay, Vilcas y otros lugares, que en el cerro Yanacalle existen capas bituminosas, y que aunque el carbón está cargado de peróxido de fierro, puede separársele por medio del lavado, señala en 4% la proporción de cenizas del carbón puro.

El señor Ingeniero Pedro C. Venturo en los "Yacimientos de Fierro de Tambo Grande" (2) refiriéndose á los combustibles, trascribe, parte del informe del ingeniero señor Alfredo Duval, (1872) sobre los lugares donde se encontraba carbón, dá cuenta de las exploraciones que hizo en busca de él y termina suministrando, las informaciones que recibió del señor J. G. Reed, sobre el carbón de Jaguay Negro, en el distrito de Querecotillo (Sullana) cuya composición indica.

El ingeniero F. Málaga Santolalla, en "La provincia de Cajatambo y sus asientos minerales" (3) en el capítulo yacimientos carboníferos hace una descripción topográfica y geológica de la región, indica las características de los yacimientos, la composición del carbón, la extensión de las capas, señala los lugares donde se encuentran las diferentes variedades de carbón y habla de la preparación del coke que se vendía en las fundiciones de Huaraucaca.

---

(1).—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas, N° 7
(2).— ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, 8
(3).— ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, 10

El ingeniero señor Juan A. Loredo en "Estadística Minera del Perú en 1903" (1) señala en 626 el número de pertenencias de carbón empadronadas, de las que 442 correspondían al departamento de Junín, 84 á Ancachs, 59 á Cajamarca; pero no dá la producción de carbón en dicho año.

El ingeniero señor Enrique I. Dueñas en "Recursos Minerales de los distritos de Checras y San Luís, Huari" (2), entra en consideración sobre la estratigrafía y edad probable de los carbones de Huari, hace el exámen físico-químico de ellos, y su clasificación y describe las minas que se encontrában en explotación.

El ingeniero señor Cárlos E. Velarde en "Informaciones de la Comisión del Cerro de Pasco" (3) al ocuparse de la oficina en construcción de Tinyahuarco, indica que el combustible para los hornos será el de Quishuarcancha y Goyllarisquizga á donde se construirá un ferrocarril, y acompaña un cuadro con la especificación de las oficinas, de las minas, fundentes y combustibles y la procedencia de éstos, que se empleaba.

El ingeniero Eduardo V. de Habich en "Yacimientos carboníferos de Checras" (4) háce una descripción de la región, de los afloramientos carboníferos, de la formación del terreno, aspecto y calidad del combustible, y apreciaciones sobre la cantidad de carbón explotable.

El señor Lucas Garbin, en "Apuntes sobre los minerales de Huallanca, Chonta y Queropalca" (5) refiriéndose al carbón indica: que en Chonta existen muchos mantos de hulla grasa de llama larga, y de antracita, á poca distancia de las minas de cinabrio y mantos considerables de turba de 0.30 metros á 1m. de potencia, que en Huallanca á poca distancia de las minas de plata y rodeando al pueblo, hay antracita, á 4 leguas (20 kilómetros) en la región de Magapata, mantos de hulla grasa, los que son poderosos, cuyo carbón produce buen coke y también en Pomabamba á 12 leguas (40 kilómetros) donde el carbón solo tiene 3% de cenizas, siendo estas vanadíferas (asfaltitas ?) y finalmente había calizas petrolíferas con 10 á 14% de materias combustibles á una legua (5 kilómetros) de Huacoto.

---

(1).—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas N° 14
(2).— ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, 15
(3).— ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, 16
(4).— ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, 18
(5).—Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros Vol. VI, N° 1.

El ingeniero señor Santiago Loveday, en "La Mineria de Castrovirreyna" (1) al ocuparse del carbón de piedra, dice: que existe en varios lugares de la provincia entre los que indica: Arnia, Santa Ana, Cuesta del borrachito; estando constituído por arcillas carboníferas con 50% de cenizas, entre las que se encontraban trazas de carbón puro con 6% de cenizas, é indica que el carbón de Santa Ana, se usaba para fundir el plomo de la mina Astohuaraca y en las calderas para las bombas de Quespicisa.

El mismo ingeniero señor Loveday, en "La Minería en el Departamento de Huancavelica" (2) refiriéndose á los combustibles dice: "La leña, taquia y turba, se encuentran: la primera en los fundos de los alrededores,la taquia, hace tres años se usaba como generador de calor en Lircay, para la producción de mata de cobre en los hornos de reverbero; y, la champa ó turba musgosa abunda. Tenemos noticia de que, últimamente, se ha descubierto un manto de carbón en Huachocolpa".

El ingeniero F. Málaga Santolalla, en "La Provincia de Cajatambo y sus asientos minerales" (3). La redacción de la Sociedad Nacional de Minería, hace un extracto del Boletín Nº 10 del C. de I. de Minas.

Año 1905

El ingeniero señor Enrique I. Dueñas, "Recursos Minerales de los Distritos de Checras y San Luís (Huari)" (4). La redacción de la Sociedad Nacional de Minería, hace un extracto del Boletín Nº 16 del Cuerpo de Ingenieros de Minas.

El señor Ingeniero E. Ganoza Bracamonte, en "Nota sobre el yacimiento cuprífero de Conchucos" (5) describe los importantes yacimientos cupríferos de Magistral, cuya explotación en gran escala dice, que sólo podrá hacerse mediante la construcción de un ferrocarril, el que pasaría por los yacimientos de antracita de Ancos, sobre el que dá ligeros datos, y manifiesta que son las más próximas á la costa de todos los que existen en el Departamento de Ancachs.

El ingeniero señor Pedro C. Venturo, en "Minas de Carbón" (6) tratando de la región de Cupisnique, se ocupa de hacer una

---

(1).—Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros. Vol. VI, N° 8.
(2).— ,, ,, ,, ,, ,, VII, N° 3.
(3).—Boletín de la Sociedad Nacional de Minería. Año VII, Nº 83.
(4),—Boletín de la Sociedad Nacional de Minería. Año VIII, N° 87.
(5).—Boletín de Minas Industrias y Construcciones. Tomo I. Serie II.
(6).—"La Prensa". Marzo 15 de 1905.

descripción topográfica y geológica de la región, de los recursos locales, vías de comunicación, extensión de la concesión minera, composición del carbón.

"Una industria que debe establecerse en el país" (1) después de entrar en consideraciones sobre las diferentes fuentes de energía y que estas son las bases de las diferentes industrias, recomienda el establecimiento de la industria del carbón en el país, para libertarnos del tutelaje extranjero, titula á esta industria el oro negro del siglo, suministra datos sobre las diferentes cuencas productoras, producción de ellas, número de operarios empleados y termina recomendando la explotacion de los yacimientos de Paracas y Cupisnique.

El Ingeniero F. Málaga Santolalla, en "La Provincia de Cajabamba y sus asientos minerales" (2) en el capítulo relativo á yacimientos de carbón hace la enumeración de lugares donde son visibles los afloramientos carboníferos; de la relación que estos tienen entre sí, la composición del carbón, la extensión que en la provincia tiene esa formación y los usos que de ese carbón se hace. En el número 95 año VIII del Boletín de la Sociedad Nacional de Minería, se hace un extracto de dicho boletín.

El malogrado Ingeniero señor Felipe de Lucio, en "Recursos é importancia de la provincia de Pataz" (3), que tiene como anexo "Informe sobre el asiento mineral de Ancos, de la provincia de Pallasca", suministra los primeros datos que se tienen sobre la importante cuenca carbonífera de Ancos, de la que hace una descripción topográfica y geológica, dá las características de los yacimíentos, la composición del carbón y termina por fijar en 4 millones el tonelaje de su contenido. Dicho informe está acompañado de un buen plano topográfico levantado por el experto Ingeniero topógrafo señor Pablo Boggio.

El Ingeniero F. Málaga Santolalla en "La provincia de Otuzco y sus asientos minerales" (4) al tratar de los yacimientos carboníferos, después de entrar en consideraciones generales, sobre la geología de la región y de demostrar que todos los afloramientos que se observan forman parte de la misma cuenca carbonífera, describe los yacimiento de Huayday, Shalcoal, Pinchaday, Lagunas, Huaranchal y Canibamba.

(1).—Artículo publicado en "El Comercio" del 24 de abril de 1905

[2]—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas. No 19.

[3]—Boletín del Cuerpo de Ingeniero de Minas. No. 21.

[4]—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas. No. 22

El Ingeniero señor, Marco A. Denegri, como Director del Cuerpo de Ingenieros de Minas formuló la "Estadística Minera del Perú en 1904" (1) y al ocuparse del carbón, señala en 1642 el número de pertenencias empadronadas, haciendo notar que fueron 626 en 1903 y solo 267 en 1890 y, por primera vez, hace conocer la cantidad de carbón nacional producido, el que en ese año ascendió á 59.290 toneladas, haciendo notar que se habían importado 108,618 toneladas métricas de carbón extranjero. Entra en consideraciones respecto al precio del carbón en las diferentes localidades y termina presentando dos cuadros, uno relativo á las diferentes minas que en el Cerro de Pasco produjeron combustible, y otro á las empresas que la aprovecharon.

El Ingeniero, señor Federico C. Fuchs en "La Región Cuprífera de los alrededores de Ica y Nazca" (2) al referirse al carbón dice: que en Paracas sólo se habían encontrado pequeños mantos de 0.06 m. de potencia pero que tomándose en cuenta la geología de la región, habían probabilidades de que se encontrasen mantos industriales, asi como de que también existieran yacimientos de lignito.

F. Málaga Santolalla en "Importancia Minera de la provincia de Cajamarca" (3) al descubrir los yacimientos carboníferos de la provincia señaló la existencia de los afloramientos de estos en; Yanacancha, Punre, la Shicuana, Yumagua, Choten, Cochamarca, Sunchubamba, entra en consideraciones sobre la formación geológica, explica la diferencia entre las clases de carbón que se encuentra, clasifica los yacimientos y describe las cuencas de Yanacancha y el Punre,

F. Málaga Santolalla, en "Yacimientos minerales y carboníferos de la provincia de Celendín" (4) ocupándose de los yacimientos de carbón, fundándose en consideraciones geológicas, hace ver que este no puede encontrarse sino en el distrito de Sorochuco, que esos yacimientos y los de Cajamarca, pertenecen a la misma formación, indica los lugares donde se observan los afloramientos carboníferos, y la extensión que abarcan, dá la composición de esos carbones y su precio de costo, en la oficina de fundición de Combayo.

(1)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 24
(2)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 29
(3)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 31
(4)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 32

Año 1906

"El Heraldo Minero de Yauli. Recursos mineros de Jauja y Huancayo" (1) registra un artículo en el que se manifiesta: que si bien el carbón se encuentra en ambas márgenes del Mantaro, su importancia industrial radica en la márgen derecha, en la que se hallan los yacimientos de Cochas, Consac, Jatunhuasi., Ingahuasi, Laive Tucle, que la cuenca se prolonga por el S. internándose por Moya á Huancavelica, y por el O. á Laraos en Yauyos, calcula en 1100 km. cuadrados la extensión de los mantos dentro de los límites de la provincia de Jauja y Huancayo, hace una descripción topográfica y geológica de la región, y de las características del yacimiento y hace notar la necesidad de construir un ferrocarril que facilite su explotación,

El Ingeniero señor don José J. Bravo, en "El Vanadio en Minas-Ragra" (2) hace la descripción topográfica y geológica de la región, de las caracteríscas del yacimiento y de su importancia industrial y termina manifestando que "los depósitos vanadíferos de Minas-Ragra están constituídos por el yacimiento de *Asfaltita y Rizo Patronita* central y por la aureola de productos de oxidación que la rodea" Debo de advertir que es el señor Ingeniero Bravo, quien ha denominado Rizo Patronita, al sulfuro de Vanadio, especie nueva descubierta por el ingeniero Antenor Rizo Patrón y clasificada por el Ingeniero Bravo y de existencia única en el Perú, pues no se le conoce en el resto del mundo.

El señor Ludovico Cáceres, en "Huinac y sus Minas" (3) al ocuparse del carbón indica, que se había descubierto un yacimiento que era de gran importancia para la negociación, pues les evitaba el tener que recurrir al carbón de Macará, que había que trasportarlos de 60 km. de distancia y que si bien la antracita descubierta en las inmediaciones de Huinac, tenía 29 % de impurezas y sustancias extrañas, estas disminuían á medida que profundizaban los trabajos de reconociento.

El Ingeniero señor Enrique I. Dueñas, en "Recursos Minerales de las provincias de Jauja y Huancayo" (4) al tratar de los yacimientos de combustibles los divide en carbón de piedra y asfaltos, entre los primeros, después de ocuparse de la estratigrafía, y descripción de los afloramientos enumera las re-

(1)—El Heraldo Minero, Año VI. No. 239
(2)—Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros Vol. VIII No. 8.
(3)—Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros Vol. VIII No. 11
(4)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 35

giones de Chongos altos, Jatumpalca, Pampa de Cachi; Jatunhuasi, y de varias minas conocidas, de buena hulla de llama larga, del carbón que producen, compará el coke que de ellas se extrae con el coke alemán y termina estimando en 3 millones de toneladas la existencia de carbón. Al ocuparse de los asfaltos, entra en consideraciones generales sobre ellos, describe los caracteres geológicos, habla de las probabilidades de la existencia de petróleo, y concluyen señalando varios yacimientos de asfaltistas.

El Ingeniero señor Luis Pflücker, en "Yacimientos de Fierro de Aija y Cayileycancha" (1) describe los mantos de carbón de Mancos, distantes 15 km. de Carhuazy 10 km. de Yungay, dá la composición del carbón, e indica que se usaba en las calderas de vapor de Ticapampa, También hace una descripción de los mantos de carbón de Marcará, distante 20 km. de Huarazy 5 km. de Carhuaz, dá la composictón de carbón y dice que "siguiendo el camino Carhuaz á Ushco, entre esos lugares y Buena Cashma se ven los afloramientos de un manto de carbón, que corren de N. á S. en la caliza. En la superficie este carbón se presenta completamente menudo.

El Ingeniero F, Málaga Santolalla. en "La provincia de Contumazá y sus asientos minerales" (2) tratando de los yacimientos carboníferos describe los que se encuentran á 14 km. al N. de la capital de la provincia; la historia de cuyo descubrimiento hace; é indica los trabajos en él efectuados y bajo la denominación de "carbón de la Trinidad", se ocupa de las minas de Cupinisque sobre la que suministra varios datos y la composición del carbón,

El Ingeniero, señor Marco A. Denegri, en "Estadística Minera del Perú en 1905" (3) en el capítulo combustibles, considera la producción de las hullas, antracitosas, asfaltosas, asfaltos y pizarras bituminosas el detalle de las cuales, dá por departamentos, haciéndola ascender á 75.308 toneladas y hace notar que como en 1904 se produjeron 59.920, la diferencia de 15,318 toneladas corresponde á un aumento de 25,77 %; suministra datos sobre el precio del combustible de diversa procedencia y avalúa en Lp. 100.000 el valor del combustible producido en 1905.

---

(1)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 36
(2)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 38
(3—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 41

El señor Ingeniero Carlos E. Velarde, en "La Región Minera de Huancavelica, distrito de Huayllay, provincia del Cerro de Pasco" (1) al tratar de combustibles dice: que la mina Santo Domingo y otras cercanas pueden proporcionar abundante carbón para la generación del vapor, fragua y tostado de los minerales, y que las famosas minas de Oyón en la provincia de Cajatambo, á 50 ó 60 km. de Huancavelica contienen enormes cantidades de hulla, que rinden magnífico coke.

El Ingeniero F. Málaga Santolalla, en "Riquezas minerales de la provincia de Santiago de Chuco" (2) ocupándose de los yacimientos carboníferos, cita la opinión del geólogo Griffit sobre el carbón de esta provincia, manifiesta que por la constitución geológica de la región todo él es antracita y describe las regiones de Callacuyán, Chasamuday, Llaray y Angasmarca, dando la composición del carbón de ellas.

Año 1907

El Ingeniero señor don José Balta en "Informe sobre las pertenencias carboníferas del Sindicato Cupisnique" (3) hace un minucioso y detallado estudio de los yacimientos, ocupándose de la topografia y geología de la región, de las características del yacimiento, de las condiciones físicas, y composición del combustible, de la extensión de las capas y cantidad probable de carbón del proyecto de explotación y de otros interesantes datos que hacen de este informe lo más completa y detallado de los hasta entonces conocidos. Lo completan planos topográficos, geológicos y catastrales y cortes geológicos, que hacen de él un estudio que debe ser tomado como modelo sobre información de minas de carbón,

El Ingeniero señor F. Málaga Santolalla, en "Monografía Minera de la provincia de Huamachuco" (4) refiriéndose á los yacimientos carboníferos de la provincia, fundándose en consideraciones geológicas, relaciona esos yacimientos con los de Cajabamba, Otuzco y Santiago de Chuco, y generalizándo más lo extiende a la mayoría del territorio de los departamentos de Cajamarca, Libertad y Ancash, que tuvo oportunidad de reconocer. Siendo la primera persona que haya lanzado la idea, de la unidad de la formación de carbonera en el Norte de la República, clasifica

(1)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 44.
(2)—Boletin del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 46
(3)—Informe sobre las pertenencias carboníferas del Sindicato de Cupisnique
(4)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 51

esos carbones como pertenecientes al sistema cretaceo, describe los yacimientos del Olivo y señala las diferentes localidades donde se observan los afloramientos carboníferos.

El Ingeniero señor Enrique I. Dueñas en "Aspecto Minero del departamento del Cuzco" (1) al ocuparse de las provincias de Paruro y Chumbivilcas indica que en la primera existen yacimientos de lignitos que se extienden por Lumacpata, Ucurio y los alrededores de Paruro, pero sin valor industrial; y, en la de Chumbivilcas, en las alturas de Antapallpa, en Livitaca, dice que el hallazgo de fósiles vegetales y la geología de la región. semejante á la de otras de la República donde exísten yacimientos de carbón, hacía presumir la existencia de carbón que llegó á encontrar en Sihiunta á 1,5 km. de Llallahua: (hacienda) dá algunos datos sobre el yacimiento la potencia y composición del carbón y manifiesta que se le suministraron datos sobre la existencia de hulla en Huacaro de la parcialidad de Ingato y en Apichiri á una legua (5 km.) de Collquemarca, pero que no pudo reconocerla por falta de guía.

El Ingeniero señor Germán Klinge en "Estadística Minera del Perú en 1906" (2), refiriéndose á combustibles, hace ver que se produjeron 79969 toneladas cuya clasificación por localidades y naturaleza del combustible hace, señala los precios que tienen en las diferentes cuencas de producción y fija en Lp. 138,155.300 el valor del combustible producido en ese año, dejando constancia de que la producción habían aumentado en 3661.5 toneladas en relación al año 1905.

El señor Guillermo García en "Memorias de Excursión" (3) al ocuparse de la provincia de Lucanas, refiriéndose al carbón de piedra, dice "se encuentra un manto claramente definido por su interéstratificación, entre areniscas, calizas y pizarras etc. pero nada puedo decir sobre su calidad y poder calorífico, pues para esto se impone un análisis; pero no indica el lugar en que ubica el yacimiento, de manera que solo se sabe que hay carbón en la provincia de Lucanas, pero no pueden conocerse más detalles.

1908

Los Ingenieros señores Luis F. Díaz y S. Jochamowits, en "La Fundición de Tinyahuarco de la Cerro de Pasco Mining Cº"

(1)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 53

(2)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 54

(3)—Memoria de excursiones á los departamentos de Huancavelica y Ayacucho 1907.—Biblioteca de la Escuela de Ingenieros.

(1) el tratar del combustible usado, se ocupan de las hullas de Goyllarisquizga, que necesitan de un lavado especial, para poner las en condiciones de producir coke, pues contienen de 30 á 40 % de impurezas, por estar muy mezcladas con la pizarra de las salvandas, indican la composición del carbón y suministran datos sobre el lavado de la hulla, la instación de lavado (Coal Washer), fabricación del coke, cuyo análisis dan; indicando que el coke de Goyllarisquizga se emplea mezclándolo con el extranjero, en la proporción de 2 del primero por 1,5 del segundo.

El Ingeniero señor Enrique I. Dueñas, en "Fisionomía Minera de las provincias de Tayacaja, Angaraes y Huancavelica" (2) refiriéndose al carbón de piedra, señala el distrito de Ñahuipuquio (provincia de Tayacaja) como propicio por la existencia de carbón entre Parco é Iscuchaca, por la constitución geológica del terreno, indica la existencia de un manto de Retama (hacienda Parco) á orillas del Mantaro y dá la composición de ese carbón, que es de mala calidad. En los distritos de Lacroja y Magoc (Tayacaja) describe el yacimiento de carbón de Churcampa, cuya composición en la que figura 29,14 % de cenizas, dá. En el distrito de Lircay (Angaraes) se limíta á señalar la existencia de carbón en Ailana, el que contiene 24 % de cenizas, y en Yanatuto y Carhuapata, sin dar más detalles, pues dice que no las reconoció, "in situ". En el distrito de Acobamba, (Angaraes) cita la opinión del señor W. Zumaita, que corre en el Boletín del Ministerio de Fomento año 1903, Nº 8 hace una descripción del yacimiento, la composición de cuyo carbón acompaña y finalmente, bajo el título de "El carbón de piedra en Huancavelica" se ocupa de la historia geológica, afloramientos del carbón de las capas de Catay, y de los asfaltos de Yanacalle.

El Ingeniero señor Ernesto du B. Lukis, en "Informe preliminar sobre el yacimiento carbonífero de Huayday (3) describe con detalle esos yacimientos, ocupándose de la accesibilidad, geología, características del carbón, de las pruebas hechas con él, de su explotación futura, ferrocarril y transporte á la costa, del terreno explotable, y de la economía industrial; y señala en 15 millones de toneladas vendibles del carbón contenido sólo en 10 kilómetros cuadrados de la región. indicando que habían de 15 á 20 km. cuadrados más, explotables dentro do los 120 km. cuadrados que aconseja denunciar.

(1).—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 62
(2).—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No 64
(3).—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 67

El Ingeniero señor Carlos P. Jiménez, en "Estadística Minera del Perú en 1907" (1) en el capítulo relativo á combustibles, fija en 185,564,850 toneladas de carbón la producción de las diferentes localidades en ese año, haciendo notar, que, habiendo producido solo 69.969,500 toneladas en 1906, había un aumento de 105.595.350 toneladas. Clasifica la producción indicando las cantidades de hulla, antracita, pizarra bituminosa, y teniendo en cuenta el precio de las diferentes localidades, fija en Lp. 107.116 el valor del combustible producido.

Del Ingeniero señor Enrique I. Dueñas, en "Fisionomía Minera de las provincias de Tayacaja, Angaraes y Huancavelica" (2) la redaccion de Informaciones y Memorias, hace un extracto del estudio publicado como Boletin del Cuerpo de Ingenieros de Minas, y en ello hace referencia al carbón de dicha provincia.

El Ingeniero Enrique I. Dueñas, dando respuesta á algunas preguntas, sobre los combustibles, hechas en "Informaciones y Memorías (3) da dos cuadros conteniendo la eficiencia, precio por tonelada, y composición de los diferentes combustibles, carbón yareta, turba, pizarra y taquia de los combustibles usados en Cailloma.

El Ingeniero señor Armando Calonge en "Cuenca carbonífera del departamento de la Libertad" (4) comienza por recordar la opinión del Ingeniero señor Delsol, "El Departamento de Libertad, puede proveer de carbón al Perú por 1000 años", entra después en consideraciones generales sobre la actividad industrial del departamento, se ocupa de la topografía de él, de la extensión de la cuenca carbonífera, de la composición de los diferentes carbones y de las vias de acceso.

Año 1909

El Ingeniero señor Guillermo O. Dunstan, en "La Minería en Cajatambo y Bolognesi" (5) al describir el estado de la minería en esas provincias refiriéndose á la negociación Tuco Cheira manifiesta que el problema más serio que tiene que resolver era el del combustible, pues había que trasportarlo desde las alturas de Chiquian á 25 km. de distancia, pero que últimamente habían

(1)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 64
(2)—I. y M. de la Sociedad de Ingenieros Vol. X. No. 7
(3)—I. y M. de la Sociedad de Ingenieros Vol. XNo. 9
(4)—El Comercio del 2 de febrero de 1908
(5)—Boletín del Ministerio de Fomento año VIII, No 4

descubierto unos yacimientos de carbón en Cheira á inmediaciones de la fundición, evitándose así el transporte que era costoso y tenía que vencer muchas dificultades.

El señor Lester W. Strauss, en la "Fundición del Cerro de Pasco" (1) refiriéndose al combustible, se ocupa de la instalación para el lavado del carbón de Goyllarisquizga, la que dice dá, dos clases de productos, uno de ¾" á 1.½" de carbón para calderas y hornos de rebervero y otra de ¾" y más finos usado para coke, é indica que la instalación tiene capacidad para 350 toneladas diarias con un rendimiento de 70 % de carbón lavado.

El señor Ingeniero Ismael R. Dorca, en "Estudios sobre los yacimientos carboniferos de Paracas", (2) que es un informe bastante detallado, lo más completo publicado sobre esa región, se ocupa de su situación geográfica, clima, vías de comunicación, historia del yacimiento y geología; de las minas que constituyen la negociación, trabajos hechos y de preparación, costo de ellos tiempo que demandarán; y de la cantidad de carbón que podría explotarse, termina haciendo un estudio comparativo entre el carbón de Paracas y los de Australia y Chile.

El Ingeniero señor José Balta en "Región minera de Sayapullo y Huayday" (3) ocupándose de las antracitas de Huayday, las clasifica como de superior calidad, pues solo tienen de 5 á 7% de cenizas y 4 á 5 % de materias volátiles, hace ver el error en que se ha incurrido al considerar que las antracitas carecen de valor industrial como combustible, pues salvo la de producción de gas de alumbrado, es aplicable á todos los demás usos de la hulla, señala la existencia de dos capas, con una potencia totalizada de 2.50 m. y el de pertenencias (1020) que posee la compañía, con una superficie de 4080 hectáreas, un contenido de 160.000.000 de toneladas, que estima en Lp. 400,000 é indica que hay otras capas de carbón en Sayapullo y Farrat las que considera como prolongación de las de Huayday.

El Ingeniero señor Ernesto de Bois Lukis, en "Yacimientos carboníferos de los departamentos de La Libertad, Cajamarca, y Ancash" (4) hace una descripción de los yacimientos carboníferos de Cupisnique eu Pacasmayo, Yanacancha y San Marcos en Camajarca. Piñapata, Tayamac y Tuco en Hualgayoc, Punre y Meshacate. Zendamal, en Celendín, el Olivo en Cajabamba. (pertenece á Huamachuco) Volcán, Sanagoran y Huayday en Hua-

(1)—Boletín del M. de Fomento. año VII. No 5
(2)—Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros, Vol XI., No 4
(3)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. II, Serie II
(4)—Boletín del C. de I. de Minas, No. 67

machuco (Huayday pertenece á Otuzco) Ancos y Yurumarca en Chimbote (pertenece á Pallasca).

El Ingeniero señor Celso Herrera, en "Estado actual de la minería en la provincia de Huarochirí" (1) al ocuparse del carbón, señala la existencia de antracitas en el distrito de San Lorenzo de Quinti, en las alturas de Huarequiña, y en los cerros de la quebrada de Chacahuaro (estas son las asfaltitas, de Sillapata] y da la composición de éstas últimas y el análisis de las cenizas, hechas por el señor Galliver,

El Ingeniero señor A. C. Gastelumendi, en "Informe anual de la comisión minera del Cerro de Pasco en 1900" (2) refiriéndose á Quishuarcancha, que está situada á 85 km. al NO. del Cerro de Pasco, la señala como una de las zonas importantes para la localidad, é indica que, con la de Gollarisquizga, Vilcabamba, Pillao, Yanahuanca, Tusi, Cuchis y Jaen, que cree que probablemente son del mismo origen y edad (asi es) abarca una extensión de 200 kilómetros cuadrados; describe la geología de la región, los trabajos de explotación, y al ocuparse de la fundición de Tinyahuarco, hace notar que los polvos de carbón arrastrados por las aguas que antes se perdían, eran ya aprovechados en la proporción de 20 a 25 toneladas por día.

Año 1910

El Ingeniero señor Cárlos E. Velarde, en "La explotación de carbón en Gollarisquizga" (3) dió una conferencia en la Sociedad de Ingenieros, en la que se ocupó de dar una idea general sobre la región, condiciones del carbón, de los accidentes ocurridos, del orígen de éstos, de la acción de los diferentes Estados para prevenirlos, y de las medidas dictadas con tal fin por el Gobierno del Perú.

El Ingeniero señor Cárlos P. Jimenez, en "Estadística Minera del Perú en 1908" (4) refiriéndose á los combustibles señala en 311.121.900 toneladas la producción de carbón, hulla, antracita, pizarra bituminosa y lignito, en las diferentes localidades y considerando el valor que tienen en cada una de ellas, fija en Lp. 140.784 el valor de dicha producción, la que hace notar que ha excedido en 125. 564.050 toneladas á la producción de 1907.

---

[1]—B. del C. de I. de Minas No. 72
[2]—B. del C. de I. de Minas No. 74
[3]—I. y M. de la Sociedad de Ingenieros, Vol. XIII, No. 8
[4]—B. del C. de I. de Minas No. 76

Año 1911

El Ingeniero señor Guillermo O. Dunstan, en "Notas sobre la región carbonífera de Oyón" (1) trata de la situación y accesibilidad de la región, extensión de la zona carbonífera, factibilidad de la construcción de un ferrocarril, distribución de las diferentes variedades de carbón en Conocpata y sus cercanías, de las características de los yacimientos, de la mano de obra y salarios y de la calidad del carbón, que compará con el de Goyllorisquizgo.

El Ingeniero señor Andrés E. Beas, en "Minas de carbón de Goyllarisquizga" (2) manifiesta que la explotación del carbón en el Perú, solo tomó importancia cuando la Cerro de Pasco Mining Company, adquirió los ricos yacimíentos de carbón de Goyllarisquizga. para emplear su combustible en la función de Tínyahuarco, y que la produeción de Goyllarisquizga, llegó hasta 1000 toneladas diarias, bajando después á 800, hace la descripción topográfica y geológica de la región, de las características del yacimiento, de los métodos de explotación, transporte y extracción del carbón y entra en otros detalles.

El ingeniero señor José Balta, presentó á la Cámara de Diputados el interesante proyecto siguiente:

"El Diputado que suscribe, somete á la consideración de la H. Cámara el siguiente proyecto de ley:

El Congreso, etc.

Considerando:

"Que es indispensable procurar la explotación del carbón de piedra del territorio, para que las industrias, los ferrocarriles, la escuadra y los vapores nacionales y los usos domésticos, lo obtengan á bajo precio, propendiendo á la nacionalización de industria tan importante y redimiendo al país del tributo que actualmente paga al extranjero".

Ha dado la ley siguiente:

1º.—Organícese por el Ejecutivo una compañía nacional anónima con el capital que sea preciso para la explotación de una ó más de las cuencas carboníferas del territorio.

(1)—I. y M. de la Soc. de I. T. XIII No. 9 y 10

(2)—Boletín de Minas Industrias y Construcciones, T. III Serie II

2º.—Las pertenencias que adquiera la Compañía en la cuenca ó cuencas que explote estarán libres del pago de la contribución de minas.

3º.—Dentro de tres meses, después de promulgada la presente ley, el Ejecutivo determinará las cuencas cuya explotación se emprenderá; desde luego, oyendo previamente á una comisión compuesta de tres ingenieros de minas, designados por cada una de las instituciones siguientes: Sociedad Nacional de Minería, Cuerpo de Ingenieros de Minas, y Escuela de Ingenieros.

La comisión informará teniendo en cuenta, las prescripciones de esta ley, la necesidad de abastecer de carbón barato á nuestro litoral y ciudades costaneras, y la posibilidad de que el excedente de una explotación en grande escala pueda explotarse.

4º.—El Estado garantiza durante 25 años el 7 por ciento á los ferrocarriles carboneros que construya la Compañía y demás medios de trasporte que emplee, así como el capital que invierta en la explotación é instalaciones, hasta la concurrencia de Lp. 500.000.

5º.—El Estado concede gratuitamente á la Compañía todos los terrenos de libre disposición que sean necesarios para puertos poblaciones, líneas férreas, é instalaciones.

6º.—La Compañía podrá hacer empréstito ó emitir bonos en el país ó en el extranjero, con la garantía de sus propiedades y de las franquicias, y concesiones que esta ley le acuerda.

7º.-El precio de venta del combustible en la bocamina, será el de costo aumentado en Lp. 0.2.50 por tonelada métrica.

El precio de venta en los diversos puntos de expendio por la Compañía será el anterior, aumentando con lo que importen los fletes terrestres y marítimos.

8º.—El Ejecutivo tendrá dos delegados en la Compañía, ambos ingenieros de minas: uno en el lugar de las explotaciones y otro como miembro del Directorio.

9º.—La Compañía proporcionará al Estado el carbón necesario para la escuadra á precio de costo, aumentado en Lp. 0.0.50 cuando más, practicándose á expensas de ella, si fuere necesario, las modificaciones posibles y convenientes, en las parrillas de las calderas, para adaptarlas al combustible nacional.

10º.—Las utilidades de la Empresa se distribuirá como sigue:

1º.—Servicio de 7 por ciento á la suma de Lp. 500.000 ó á suma menor, si no hubiera sido esta necesaria.

2º—10 por ciento del sobrante para el Directorio y Gerente.

3º—El resto divisible por igual entre el Estado y los accionistas.

Después de los 25 años de garantía, no se modificará esta distribución, sino en la primera parte, limitándola al servicio de 7 por ciento de interés del capital de la Compañia, debiendo considerarse el de cualquier excedente como partida de gastos generales.

11º—Las acciones se ofrecerán al público en toda la República, con posterioridad á la designación que prescribe el artículo 3º, haciéndose prorrateo, si fuere necesario, y dando preferencia á los pequeños suscritores.

12º.—Al servicio de la garantía otorgada, queda afecto el producto de la contribución de minas.

Comuníquese, etc.

Lima, setiembre 15 de 1911.

José Balta.

El ingeniero señor Fernando C. Fuchs, (1) publicó un interesante artículo traducido del Inglés, en el que, en síntesis, describe nuestras diferentes clases de combustibles, y termina con un cuadro que contiene el nombre de la región carbonífera, la provincia y distrito en que están ubicados, la clasificación de los carbones, su composición química, proporción de azufre, poder calorifico-número de capas, potencias de éstas, la extensión en kilómetros el tonelaje que contienen, su distancia á la costa, y la nómina de los profesionales que han descrito los diversos yacimientos.

Año 1912

El entusiasta y antiguo minero señor Luís A. Delgado, (2) en un artículo publicado en Inglés, hace una descripción de la interesante y rica zona carbonífera de Oyón acompañándola de vistas fotográficas.

---

1).—Perú to day. Vol III, Nº 6—1911.
(2).— „ „ „ „ IV, „ 6—1912.

El ingeniero señor Cárlos P. Jiménez, en "Estadística minera del Perú 1909-1910" (1) al ocuparse de los combustibles minerales, hace notar que, por falta de comisiones recolectoras de datos, las cifras que daba para la producción del carbón en 1909 y 1910 no eran exactas, pero si bastante aproximados, fija en 321,502 toneladas con un valor de Lp. 192,356 la producción de carbón en 1909 y en 307,320 toneladas con un valor de Lp. 178,992 la correspondiente á 1910, hace notar que la disminución de la producción era debido á las explosiones que en Enero y Octubre de 1910, tuvieron lugar en Goyllarisquizga, dá un cuadro que contiene datos relativos á la cantidad de carbón importado al Perú por diferentes naciones (97,023,547 toneladas con un valor de Lp. 194,102) y termina con otro cuadro que hace ver la marcha de la producción de carbón desde 1903 (51,688 toneladas), hasta 1910 (178,992 toneladas) habiendo sido de 192,356 toneladas la producción de 1909.

El Ingeniero señor Michel Fort, en "La Preparación de antracita y aglomeración de menudos de carbón" [2] hace conocer la importante publicación del "Bulletín of the American Institute of Mining Engineerings Nº 58, relativo al aprovechamiento de las antracitas, debido al trabajo del señor Paul Lterling Wilkes Barro Pa" del que hace un extracto, en el que se ocupa del procedimiento al que hay que someterlas, describiendo la maquinaria empleada y otros detalles de importancia.

Año 1913

El alumno de 5º año de la Escuela de Ingenieros, señor David Pomacondor García, en "Notas sobre la Fundición Americana de Tinyahuarco y Apuntes relativos á las minas de carbón de Goyllarisquizga" (3) al describir la sección (Coal Wascher) indica que el carbón de Goyllarisquizga llega con 30 á 40 % de impurezas, pero que sometido á una molienda y lavado dá tres clases de productos, carbón para coke, que representa el 50 % del carbón lavado, carbón para calderas, y residuos pizarrosas que se desechan, fija en 600 toneladas diarias el carbón lavado y dá la composición de éste, después de su tratamiento, así como la del coke, que en la proporción de 46 % de la cantidad de hulla destilada se obtiene. Al describir la región de Goyllarisquizga, hace conocer las características del yacimiento que, clasifica, como post

(1).—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas Nº 77

(2).—Boletín de Minas Industrias y Construcciones Tomo IV, serie II.

(3)—Boletín de Minas Industrias y Construcciones Tomo V, serie II.

carbonífera inferior, cretáceo, señala la potencia de las capas que hace variar entre 38 y 100 pies (11.5 a 31 m.) y suministra datos: sobre, la maquinaria de trabajo, talleres, socavones de salvamento, cubicación de la cuenca, que fija en 185 millones de toneladas, que díce que podría abastecer á 4 años de trabajo. con la producción de 30,000 toneladas mensuales que se hacía, termina manifestando, que la Compañía Americana se ocupa con interés de desarrollar las hulleras de Quishuarcancha.

El Ingeniero señor Jorge Broggi, en "La Silla de Payta" [1] en un buen estudio se ocupa, de la descripción geográfica de la región y sus alrededores, de la bibliografía sobre ella, de la geología, de los fenómenos actuales y del negativo valor industrial de ella.

El Ingeniero señor Carlos P. Jimenez, en "Estadística Minera del Perú en 1911" [2] tratando de los combustibles minerales fija en 324,000 toneladas la producción del carbón en ese año, da detalles de las diferentes localidades productoras y teniendo en cuenta el costo de producción en cada una de ellas, estima en Lp. 194,155 el valor de dicha producción obtenida no bastante para satisfacer las necesidades de la minería la que estaba obligada á importar carbón de naciones extranjeras, cuyo detalle, dá, valorizando esa importación en Lp. 166,203, y termina con un cuadro sobre la cantidad de carbón nacional extraído de 1903 hasta 1911, en que se vé que sobre 51,688 toneladas que correspondían á 1903, en 1911 se alcanzaron 194,155 toneladas.

Año 1914

El Ingeniero señor Manuel G. Masías, uno de nuestros buenos profesionales, conocedor de las necesidades del país, en "Explotación nacional de nuestras riquezas" [3] refiriéndose á nuestros yacimientos de carbón dice: "Nuestras serranías desde el departamento de Cajamarca hasta el de Huancavelica, son muy ricas en poderosas capas de carbón, la mayor parte antracita, pero no faltan importantes capas de hulla como las de Yanacancha, (Cajamarca) Oyón (Cajatambo) Jatunhuasi (Huancayo) etc. reconoce además que en ningún otro pueblo de la América Española, hay carbón en condiciones de calidad y cantidad, semejantes á las del nuestro" indica que esos yacimientos se encuentran

(1)—Boletín del Minas Industrias y Construcciones, Tomo V, serie II.
(2)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas N° 78
(3)—Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros, Vol. XVI. números 3 y 4.

á distancia de la costa, no mayores de 250 km. y recomienda la construcción de ferrocarriles que faciliten el transporte y la formación de una Compañía Nacional, que se encargaría de la construcción de esos ferrocarriles, de la explotación de los yacimientos carboniferos, y señala los lineamientos generales conforme á los que podria constituirse dicha Compañía.

El Ingeniero señor Enrique I. Dueñas, en "El Carbón de Marcapomacocha (1) suministra datos sobre el carbon (asfaltita) proveniente de la mina Julia, ubicada en la región de Marcapomacocha, ocupándose de su situación, geología, condiciones de carbón, y de las pruebas hechas en Sacracancha, con ese y otros combustibles.

El Ingeniero señor Carlos P. Jimenez, en "Estadística Minenera del Perú en 1912" (2) al ocuparse de combustibles minerales, indica que en 1912 se produjeron 278,927 toneladas de carbón con un valor de Lp. 180.326, haciendo notar que había disminuído en 45.073 toneladas en relación al producto alcanzado en 1911 debido á la falta de operarios en Goyllarisquizga. Clasifica esa producción por localidades, para cada uno, de las que señala su precio de costo, hace notar, que Goyllarisquizga es la única cuenca carbonifera que, se explotaba en grande escala, y Tinyahuarco la única instalación en el país para el lavado de la hulla, la que llegaba con más de 40 % de impurezas y que después de lavado se obtenían tres clases de productos, un carbón para fabricación del coke, que correspondía á cerca del 50 % del carbón lavado, carbón para calderas y desechos de residuos pizarrosos, y fija en 600 á 800 toneladas diarias la cantidad de carbón lavado.

Año 1915

El Ingeniero señor Carlos L. Romero, en "Algo sobre asfaltitas vanadíferas" (3), un artículo muy interesante, el más completo que sobre este tema se ha publicado, hace un detenido estudio de esta variedad de nuestros combustibles en el que explica la teoría de su formación, los divide en dos grupos correspondientes, á las asfaltitas bituminosas, y á las secas, que provienen del meta

(1) Informaciones y Memorias y de la Sociedad de Ingenieros Vol. XVI Nos. 11 y 12.
(2) Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 80.
(3) Informaciones y Memorias de la Sociedad de Industrias Vol. XVII Nos. 4, 5 y 6.

morfismo de las primeras, señala los límites que abarca la formación y describe diferentes yacimientos, haciendo notar la presencia del vanadio en las cenizas de todos ellos.

El Ingeniero señor Enrique I. Dueñas, en "Ensayo sobre la génesis probable de los petróleos y asfaltos del Perú" (1) atribuye la formación del petroleo y asfaltitas á la "existencia de dos estratas pizarrosas ennegrecidas por una sustancia bituminosa" que califica de petroleras, cargadas de anmonites y otros fósiles que le permitieron clasificarlas como pertenecientes unas al piso sinemuriano y la otra al albiense. Conjetura que los anmonites y los otros fósiles que los acompañan no han sido indiferentes á la formación del petróleo, después de entrar en otras consideraciones, termina manifestando que nuestros yacimientos de petróleo asi como algunos de asfaltitas son de carácter y formación secundaria y por lo tanto irregulares en su presencia y desarrollo.

El ingeniero señor Enrique I. Dueñas, en "El Carbón y fierro de Jatunhuasi" (2) publica un resumen del estudio que practicó en 1912 y 1913 en dicha región, preconiza el uso de las hullas de esa cuenca en los ferrocarriles del Centro y Sur de la República y aún en Bolivia y la costa del Pacífico, señala la existencia de tres capas con una potencia de 0.60 m. para la mayor, divide la cuenca en tres parcelas que denomina Juntunhuasi, Chongos altos y Cerpaquino, fija en 30 las concesiones entonces existentes, con 696 pertenencias y una extensión de 27,5 km. cuadrados y calcula en 297 millones de toneladas el carbón allí existente, el que al precio de Lp. 1.0.00 por tonelada representa un valor de Lp. 297.000.000, dice que con una utilidad de sólo soles 0.50 por tonelada se tendría un valor de Lp. 14.875.000 y concluye manifestando que con un capital de Lp. 5.702.850 puede ponérsele en producción á razón de 250,000 para los primeros años y 1.300.000 toneladas posteriormente.

El Ingeniero señor Carlos P. Jimenez, en "Estadística Minera del Perú en 1913" (1) fija en 273.945 el tonelaje de carbón producido en ese año (1913) el que clasifica por localidades señalando el precio de costo en cada una de ellas, presenta un cuadro de la producción anual de carbón á partir de 1903 haciendo notar una dismiución de 4,982 toneladas en relación con 1912, dá la producción mensual de las minas de Goyllarisquizga y Quishuarcan-

(1) B. de Minas, Industrias y Construcciones, Tomo VII, Serie II.

(2) B. de de Minas, Industrias y Construcciones, Tomo VII, Serie II.

(3) Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 81.

cha, hace conocer la cantidad de carbón 150,000 toneladas, que se importó del extranjero y avalúa en Lp. 199,250 la producción de carbón nacional y en Lp. 320,000 la de carbón importado.

"La Prensa" del 24 de febrero de 1915 publicó un artículo titulado "El Problema del carbón" (1) en el que después de referirse á la carencia del circulante y del pan que son originados por la Guerra, hace ver que el carbón tenía ya 8 % de aumento sobre su precio normal, da la alarmante noticia de que la existencia de carbón en Lima, bastaría solo para atender á las necesidades del consumo durante dos meses, señala las dificultades que tenía la importación de carbón de Estados Unidos y Australia, y termina recomendando el estudio de la explotación del carbón nacional, ó de su importación de Chile.

Los ingenieros señores Héctor Escardó y Ricardo Tizón y Bueno en "La cuestión del Carbón" (2) se ocupan: el primero de hacer ver que se conseguiría el abaratamiento del carbón en Lima, "si el Gobierno gestionara con el Gerente de la Cerro de Pasco Railway Company, la rebaja de los fletes del ferrocarril de la Oroya al Cerro de Pasco, para la conducción del carbón de Goyllarisquizga ó Cerro á la Oroya", pues las regiones de Ianahuanca Goyllarisquizga, y otras eran suficientes para proveer á Lima de todo el carbón que necesita.

El ingeniero señor Ricardo Tizón y Bueno, señala la producción del carbón nacional en los años 1911 y 1912 con un costo de extracción por tonelada correspondiente á S|. 6 y S|. 8 indica que de diferentes paises se importaron en 1912, 78,948 toneladas de carbón con un valor de Lp. 157,897, y recomienda la explotación del carbón nacional, asi como el que se gestione la rebaja de fletes de los ferrocarriles, manifestando que si la Cerro de Pasco, igualara 3 centavos por tonelada kilométrica el flete que regía en el ferrocarril central, podía tenerse la tonelada de carbón en Lima á Lp. 2.1.98.

El señor Federico Costa y Laurent, en "La Cuestión del Carbón" (3) en una carta dirijida al Director de "La Prensa", después de recordar algunas cláusulas del contrato y prescripciones vigentes relativas al reglamento interior del ferrocarril de la Oroya á Cerro de Pasco, concluye manifestando, que si el Gobierno, exije á esa compañía que presente su nuevo reglamento interior y aprovecha de esa presentación para gestionar una nueva cla-

(1) "La Prensa" 24 de febrero de 1915.
(2) "La Prensa" 25 de febrero de 1915
(3) "La Prensa" 27 de febrero de 1915.

sificación de mercaderías y la rebaja de las actuales tarifas que están vigentes con el máximum de la tasa autorizada, podría llegarse al abaratamiento del carbón.

El señor L. Rossignol, en "A Propósito de la Memoria de la Peruvian, El Carbón de Huancayo" (1) en carta dirigida al Director de "La Prensa", refiriéndose al fracaso de las exploraciones de carbón en Huancayo, de que se dá cuenta en la Memoria de 1914 de la Peruvian Corporation, después de entrar en algunas consideraciones sobre las minas de carbón de Huancayo y de indicar los estudios que sobre ellas se habían hecho, termina dejando constancia, de que el fracaso de la Peruvian, no se refiere á las hullas de Huancayo, sino á unas asfaltitas de Yauli (Mina Santa Fé); que está debidamente comprobado que en Huancayo existían 300 millones de toneladas de carbón y que la única causa que impidió su explotación era la de las dificultades del transporte.

El ingeniero señor Enrique I. Dueñas, "En Importancia económica de los cable-carriles para el Perú. Aplicación á las hulleras de Jatunhuasi" (2). Hace un estudio de este sistema de transporte, cita el cable-carril argentino de la Mejicana á Chilesito, los estudios hechos para unir Pacococha con Tamboraque, (Negociación Proaño) y los practicados por el ingeniero americano W. L. Seely, entre Negro Bueno, (Jatunhuasi) y Pachacayo, (estación del ferrocarril Oroya–Huancayo), hace un estudio entre Negro Bueno y la Caleta de Bujama, y termina expresando que, así como el Gobierno Argentino hizo tender el cable–carril entre Chilesito y la Mejicana, para favorecer el desarrollo de sus minas, "El Gobierno del Perú" tendría que instalar también andariveles, con protección del Erario Público, para bajar directamente desde la cordillera al Pacífico, los productos de sus cuencas carboníferas.

"La Crónica" en "El elevado precio del carbón" (3) refiriéndose á la forma alarmante, en que había subido el precio del carbón, á consecuencia de la guerra mundial, dá los diferentes precios á que se vendía el carbón Australiano que á bordo en el Callao era de 39 á 42 chelines y en Lima de S|. 32 (en Agosto 1914) y después de varias alzas (en Enero 1916) se vendió á S|. 48 y 50

[1].—"La Prensa" 11 de febrero de 1915.
[2].—"La Prensa" Junio 22 de 1915.
[3].—"La Crónica" Enero de 1916.

(ahora se vende á S|. 74 la ton.) lo que representaba un aumento de 30% sobre el valor que tenía el carbón al estallar la guerra (actualmente el carbón tiene un valor que corresponde al 231% del precio que tenía en 1914).

Año 1916

El ingeniero señor Ernesto Diez Canseco, en "Estado Actual de la Industria del Carbón en el Perú" (1) en un interesante artículo hace el resumen de la situación de la industria carbonífera, suministrando importantes datos sobre el consumo del carbón en el mundo, y en el Perú, dividiendo este en producción nacional y carbón importado, se ocupa de las cuencas carboníferas de Tumbes, de la región de carbón del Norte y de la formación del Centro, de los yacimientos del Sur, y termina manifestando la conveniencia de que el Gobierno, intervenga en el desarrollo de la industria del carbón, lo que indica podría hacer en una de las formas siguientes:

1º.—Subvencionando a una Compañía que se encargase de la explotación de los yacimientos.

2º.—Otorgando premios á los productores de determinadas regiones, y explotando directamente por el Estado una de las cuencas carboníferas del país.

El ingeniero señor Cárlos P. Jiménez, en "Estadística Minera del Perú en 1914" (2) al referirse á combustibles minerales, señala en 283,680 la producción de carbón, clasificándolos por departamentos y le asigna un valor de Lp. 205,167 presenta los cuadros de producción de carbón en el Perú entre 1903 y 1914, producción de las minas de Goyllarisquizga y Quishuarcancha y de la Compañía Americana, y de las minas de la testamentaria Azalia en 1914 (que están ubicadas en Goyllarisquizga) hace notar que Quishuarcancha produjo en 1913, 38,138 toneladas de carbón, y en 1914, 60657 lo que representa un aumento de 35,302 toneladas, que se habían importado del extranjero y 139,312 toneladas con un valor de Lp. 300.000, y termina con un cuadro que contiene el tonelaje de carbón importado entre los años 1911, y 1914 en que se vé la marcha de dicha importación.

(1).—Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros, Vol. XVIII, Números 1, 2 y 3.

(2.)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas Nº 82.

El ingeniero señor Ricardo A. Deustua, en "Concesiones de Carbón en el asiento mineral de Payta" (1) haciendo su defensa profesional por los injustificados cargos que á su actuación como Perito se habían hecho, produce 16 pruebas de carácter irrefutable, sobre la existencia de carbón en esa región y sobre las probabilidades que sus prolongaciones avancen hasta orillas del mar.

Año 1917

El ingeniero señor Carlos P. Jiménez, en "Estadística Minera del Perú en 1915" (2) dice: "La producción de carbón en el Perú en 1915, ha sido de 290,743 toneladas con un valor de Lp. 208,890"; clasifica esa producción por departamentos hace notar un aumento de 6,883 toneladas con un valor de Lp. 3,723, sise le compara con el año anterior, presenta los cuadros de la producción mensual en las minas de Goyllarisquizga y Quishuarcancha y otro en que hace ver la producción del carbón desde 1903 hasta 1915, fija en 55,662 toneladas la cantidad de carbón y coke importados del extranjero; cuyo detalle por naciones indica, así como las cantidades que se embarcaron desde 1911 á 1914.

El ingeniero señor Cárlos L. Romero, en "Los Minerales del Departamento de Junín y las hulleras de Goyllarisquizga," (3) en su importante trabajo, lo más completo, que sobre carbón tenemos en el país, se ocupa en el capítulo II de los combustibles minerales en el departamento de Junín; Asfalto, Turba, Hulla, en el capítulo III, describe con lujo de detalles las hulleras de Goyllarisquizga, y de lo interesante de este trabajo puede juzgarse por el siguiente índice:

Las Hulleras de Goyllarisquizga.

Algo de Historia.

Los afloramientos del carbón, forma y extensión de la hoja de Goyllarisquizga.

Extensión probable del yacimiento.

Columna estratigráfica.

Accidentes en la formación.

Primeros trabajos de preparación.

Desarrollo de los trabajos.

---

(1).—Concesiones de carbón sobre el asiento mineral de Paita, 1916. Lit. T. Scheuch.

[2].—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas, N° 83.

[3]—Trabajo presentado en Julio 5 de 1917 para el Congreso Nacional de la Industria Minera.

Los métodos de disfrute.
Consecuencias del método de disfrute.
Naturaleza del Combustible.
Las cenizas.
El transporte y la extracción.
Maquinaria de perforación.
Operaciones en la superficie.
Producción de carbón á partir de 1904.
Costo de extracción.
Gasto de madera por ton. de carbón.
Costo del coke.
La madera empleada en la explotación.
Personal Obrero.
Personal técnico y administrativo.
Laboreo.
La fuerza y su costo.
Gastos de explosivos.

Capítulo IV

La seguridad en la mina.

Datos sobre accidentes fatales. Este trabajo está acompañado de planos topográficos geológicos etc.

El ingeniero señor Enrique I. Dueñas, ha entregado solo en Diciembre de 1917 el trabajo que sobre Jatunhuasi le encomendó en 1912 el Cuerpo de Ingenieros de Minas y Aguas.

El ingeniero señor Cárlos P. Jiménez, Jefe de la Sección de Estadística del Cuerpo de Ingenieros de Minas, en cuyo ramo se ha especializado, obteniendo completo y aplaudido éxito, ha tenido la galantería de proporcionarme los siguientes datos respecto á la producción de carbón en 1916 y 1917 (1).

(1) Los datos relativos de 1916, son exactos, no se han publicado por el atrazo que sufre esa estadística desde 1910. Los relativos á 1917 son aproximados por las distintas localidades de Cerro de Pasco.

En 1916 se produjeron 319,063 toneladas de carbón avaluadas en Lp. 158,689 en esta forma:

Hulla	302,513 ton.
Asfaltitas	12,080 ,,
Antracita	4,470 ,,
Total	319,063 ton.

y se importaron del extranjero 82,873 toneladas.

Los datos completos y exactos se tendrán cuando el Cuerpo de Ingenieros de Minas y Aguas, publique los boletines respectivos de Estadística Minera en los años 1916 y 1917.

Las páginas que preceden contienen la síntesis de todas las publicaciones que sobre carbon nacional se han hecho; su lectura resultará quizás pesada, pero ella economizará á los que las consulten el mucho tiempo que me ha demandado el coleccionarlas, hacer su selección y la síntesis ó resumen que ofrezco. Muchos son los ingenieros nacionales que se han preocupado de hacer conocer nuestras cuencas carboníferas; en esta patriótica labor han cooperado también algunas personas que, aunque agenas á la ciencia, se han preocupado de dar cuenta de sus observaciones sobre nuestras yacimientos de combustible. Merece una cita especial el señor Mariano Eduardo de Rivero, quien en 1827 había ya estudiado una capa de carbón en el departamento de Arequipa, y fue quien, por primera vez en 1855 se preocupó de hacer conocer la existencia de yacimientos de carbón en nuestro territorio, dándoles la importancia que ellos tienen. El infatigable sabio Raimondi tampoco descuidó tema de tan vital importancia y es así que desde 1858, (trabajos que por desgracia se han publicado en 1902 y 1913) tomó especial interés en dar á conocer nuestros yacimientos de carbón.

Entre los ingenieros nacionales debo citar al señor José Balta pues no solo como profesional, sino principalmente como Director y Ministro de Fomento, y como diputado á Congreso, ha perseguido siempre con verdadero interés el desarrollo de la industria del carbón en el país.

Bien triste es por cierto la historia del carbón en el Perú, pues ella hace ver que, despues de más de un siglo desde que en 1816 se quemaba el carbón de Rancas, en las calderas de vapor que en Cerro de Pasco, tenía la Compañía Abadía y cuando han trascurrido casi dos tercios de siglo, desde que don Mariano Eduardo de Rivero, dió á conocer nuestras fuentes de combustibles, ha sido necesario que la guerra mundial, nos privara del carbón

que consumen nuestras industrias y cocinas. y que su precio se cuadruplicara, para que solo ahora acosados por la necesidad, despertáramos del letargo en que hemos vivido y diéramos los primeros síntomas de interés por el carbón que tantos años y á tan alto precio hemos mendigado de mercados extranjeros, y es tanta nuestra desorientación al respecto, que todavía estamos pensando en construir ferrocarriles, para trasportar el carbón, los que por poco costosos que sean y rápidamente que se ejecuten no estarán expeditos antes de dos años, olvidándonos que con un muelle lijero, ó un andarivel podemos explotar los lignitos de Tumbes, que el carbón del valle de Santa puede aprovecharse desde el kilómetro 104 del ferrocarril de Chimbote, que las asfaltitas de Rumichaca, se encuentran sobre el kilómetro 187 del Ferrocarril Central, que las de la Lucha están unidas por Decauville á Huari en el kilómetro 20.5 del ferrocaril de Huancayo, 242.5 klm. del Callao, que bastará un andarivel ó cable-carril de 5 á 6 kilómetros para poner el carbón de Sorao en Chacapalca, paradero del ferrocarril de Huancayo en el kilómetro-32,250 ó 254.250 km. del Callao; así, teniendo todas las variedades del carbón, lignitos á orillas del mar, antracitas á 10 kilómetros de Chimbote. con línea expedita y asfaltitas secas bituminosas, desde el kilómetro 187 hasta el 254 del Ferrocaril Central, recien ahora vamos á discutir una ley para construir un ferrocarril de 70 kilómetro á Jatunhuasi, que unidos á los 345.900 km. hasta Huancayo nos permitirá el lujo de trasportar carbón de una distancia de 416 kilómetros despreciando el que tenemos á la mano.

Iniciado hace cerca de un cuarto de siglo en la vida profesional, me he preocupado por hacer conocer nuestras riquezas minerales; testigos de mi afán son los diez boletines publicados por el Cuerpo de Ingenieros de Minas, la Monografía de Cajamarca (Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima); y uno de mis primeros actos en el Ministerio de Fomento, fué mandar practicar en 1912, un detenido estudio de las hulleras de Jatunhuasi y las de Oyón (este último no llegó á iniciarse); en todos mis trabajos se palpa el optimismo, se ve la fé del profesional, que convencido de las riquezas de su patria confía en su desarrollo; pero............han trascurrido los años, ese desarrollo es tardío, se debe solo al capital extranjero, que si bien impulsa nuestras minas y proporciona trabajo, vá á constituír fortuna fuera del país, ¿y porqué? por nuestra inercia, por nuestra falta de cultura, por nuestra carencia de espíritu de empresa, y no porque falte el capital nacio-

nal, que lo hay, y cuando un país experimenta una desgracia, no queda otro camino sino, el de que los Poderes Públicos convenientemente orientados, den á la industria el apoyo que le falta. Siempre se ha dicho, y es un aforismo económico, que donde entra el Estado se retira el industrial; pero si esos industriales no existen hay que hacerlos, hay que estimularlos, probablemente después de los primeros éxitos alcanzados por una empresa apoyada por los Poderes Públicos, desaparecerá el temor y tacañería de nuestros capitalistas, se despertará su codicia y entonces, no será capital, ni fuentes de riqueza que explotar lo que falte. Ojalá que esto se realice y sea pronto para bien del país.



II

DESCRIPCIÓN DE LOS YACIMIENTOS CARBONEROS

Nuestro privilegiado territorio ofrece todas las variedades de combustibles conocidos; así se tienen, las hullas, las antracitas, los lignitos, los grafitos ó plombagina y por último las asfaltitas; pero como estos yacimientos se hallan distribuidos en distintas localidades y en estas, se ven ó verán precisados á usar el carbón que tienen á la mano, sin que sea permitido el derecho de seleccionarlos; porque con lo que ocurre en Goyllarisquizga, se ha comprobado que no hay carbón que pueda ser desechado por malo, cuando por medios mecánicos pueden subsanarse los defectos ó inconvenientes que ofrezcan, al ocuparme de la descripción de nuestros numerosos yacimientos carboníferos, no voy á hacerlo fundándome en su clasificación según su composición ó estado físico, sino tomando como base su ubicación y como la cordillera de los Andes atraviesa de norte á sur todo nuestro territorio, dividiéndolo en dos regiones perfectamente definidas, la de la costa y la de la sierra, teniendo como tenemos la suerte, de que los mantos de carbón afloren sobre ambas vertientes de la cordillera y en los contrafuertes de ésta, la primera clasificación que de nuestras cuencas carboníferas se impone, es en cisandinas, las que están destinadas á satisfacer las necesidades de la costa y en trasandinas, que llenarán igual objeto en la sierra; y para proceder metódicamente, lo natural es, hacer dicha descripción siguiendo el orden en que están ubicadas á partir del Norte hacia el Sur; y una vez descritas en estas condiciones, ya será fácil el agrupar los yacimientos que correspondan á determinados grupos, como son los de hullas, antracitas, lignitos, asfaltitas etc.

YACIMIENTOS CISANDINOS

Lignitos de Tumbes (1)

Los primeros datos que sobre ellos se tienen, datan de agosto de 1866 y constan en el informe que al Ministerio de Gobierno y Obras Públicas presentaron los ingenieros José M. Braun y Manuel de Ugarteche. Posteriormente, en febrero de 1867, fué ampliado ese informe por el primero de dichos señores, dando cuenta de las perforaciones y reconocimientos que había practicado; y, en 1893, el señor Federico Moreno, al informar al Gobierno sobre los yacimientos de petróleo del departamento de Piura, dedica un capítulo á los lignitos de Tumbes. Los datos que á continuación se expresan son tomados de los informes indicados y según ellos "el terreno pertenece á la formación terciaria, caracterizada por capas de areniscas que alternan con otras de arcilla plástica" que contienen lignito, del que existen en Tumbes todas las variedades conocidas.

El lignito de Tumbes, presenta el aspecto de la madera que lo originó, es de color negro, ligeramente parduzco, tiene lustre vitreo, estructura compacta, fractura concoidal y contiene piritas y mispickel; una muestra destilada en retorta de vidrio produjo:

Agua	8 %
Alquitrán	6 ,,
Materia volátil	36 ,,
Carbón y cenizas	50 ,,
	100

Un segundo análisis hecho para determinar la proporción de cenizas y el poder calorífico, permitió descomponer la composición de esos lignitos en la siguiente forma:

[1]— Anexos II de Los yacimientos de fierro de Tambo Grande. II Bolt. Nº 8 del C. de Ingenieros de Minas
Bolt. de la Sociedad Geográfica de Lima, Tomo III Nos 7, 8 y 9.

Agua	8.00%
Alquitrán y aceite empireumico	6.00 ,,
Sustancias volátiles	36.00 ,,
Carbón fijo	46.20 ,,
Cenizas	3.80 ,,
	100.

Poder calorífico 3792 caloríos.

El cuadro siguiente en que constan los análisis de los lígnitos de Tumbes, Alemania, Francia y Chile, hace ver que los primeros son tan buenos ó mejores que los lignitos extranjeros.

SUSTANCIAS	Tumbes	Alemania	Francia	Chile
Agua, Alquitrán, materias volátiles	50.00	52.50	46.00	55.10
Carbón fijo	46.20	42.90	48.40	41.10
Cenizas	3.80	4.60	5.60	3.80
	100.00	100.00	100.00	100.00

Los mantos de lignito abarcan una superficie de 450 millas cuadradas (154.346 hectáreas) y se extienden, por el O. hasta el mar que los baña en sus altas mareas, dejándoles descubiertos en las bajas.

Hay 7 capas de potencia variable, no pasando en sus afloramientos la mayor de 1 metro las que están separadas entre sí, por capas de areniscas cuyo espesor varía de 4 á 5 metros, siendo el terreno deleznable, por lo que requiere sostenimiento. El ingeniero señor Braun hizo dos perforaciones: una de 68 piés (20.740 metros) á inmediaciones del pueblo de Tumbes, con la que cortó una capa de 4,5 metros de potencia de un lignito de muy reciente formación y otra en Malpaso á 18 millas (33,336 kilómetros) al Sur de Tumbes, donde cortó una capa de un metro de espesor

y dice que con dos pozos de 134 piés (40,870 metros) de profundidad cortó varias capas sobre una de las que se abrió una galería de 128 pies (39,046 metros).

Siendo 7 los mantos que existen en Tumbes y suponiendo en el conjunto de ellos sólo una potencia aprovechable de 3 metros, con la superficie de 154346 hectáreas que se les asigna, y una densidad de 1 para el lignito, se tendrá que en Tumbes habrían 4630 millones de toneladas de lignito.

La región de Tumbes, por su proximidad al mar y por la calidad de sus lignitos, debe ser preferentemente estudiada haciéndose en ella los correspondientes sondajes.

Hullas de Jaguay Negro

El ingeniero señor Pedro C. Venturo, en su informe sobre los yacimientos de fierro de Tambo Grande (1) manifiesta que el señor J. G. Reed, jefe de la casa Duncan Fox en Piura, le había suministrado los siguientes datos: Que en los cerros de la Brea, en la región de Jaguay Negro del distrito de Querecotillo, en la provincia de Sullana, existían unas minas de carbón, á 92 kilómetros de la estación de Jíbito, de la estación del ferrocarril de Payta á Piura (Jíbito á Payta 54,76 kilómetros), que las minas se encontraban á 75 kilómetros de la caleta de Mancora, siendo factible la construcción de un ferrocarril y que los análisis practicados sobre muestras de este carbón, por los señores A. Norman Tate & Cº en Liverpool habían dado el siguiente resultado:

Materias volátiles	29,60%
Coke	70,40 ,,
	100,00
Materias volátiles distintas del agua y azufre	28.07%
Agua	0.26 ,,
Azufre	2.54 ,,
Carbón fijo	66.96 ,,
Cenizas	2.15 ,,
	99.98

(1)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas Nº 8

ANÁLISIS ELEMENTAL

Carbono	84.34%
Hidrógeno	5.24 ,,
Oxígeno	3.10 ,,
Nitrógeno	2.37 ,,
Azufre	2.54 ,,
Agua	0.26 ,,
Cenizas	2.15 ,,
	100.00%

El mismo señor Venturo, indica que hay minas de carbón en las haciendas Tangarará y Mallares de la provincia de Sullana; y el ingeniero Alfredo Duval, en el informe que en Agosto de 1872 presentó al Ministerio de Gobierno, sobre las minas de fierro de Tambo Grande (1) dice: "En la región del valle del Chira y localidades contiguas, entre los ríos Quiroz y Macará, se encuentra según creemos minas de carbón de piedra, y el aspecto de los cerros de Chulucanas hace creer, que cerca y más arriba de Morropón, á la derecha del valle de Piura, cosa de unas 35 millas (64,820 kilómetros) de Tambo Grande, existen también grandes minerales de carbón de piedra.

El señor Federico Moreno, en el informe que presentó al Gobierno sobre los yacimientos del petróleo del departamento de Piura, al referirse á los yacimientos de carbón entre Quiroz, Macará, Chulucana y Morropón dice: (2) "El carbón de estos depósitos parece ser de superior calidad al de Tumbes, comprendiendo tal vez, un area ancha más extensa de las 450 millas cuadradas (154.346 hectáreas) de los yacimientos de esa provincia". Como se ve, no se señala los límites que abarcan los yacimientos de este carbón, que desde luego son más antiguos que los de Tumbes, pues se trata de hullas bien definidas, de manera que la apreciación hecha por el señor Moreno carece de base, y como también se carece de datos sobre el número de las capas y la potencia de ellas, es imposible hacer una avaluación aunque sea aproximada sobre la cantidad de carbón contenida por esa cuenca, que se hace necesario estudiar y reconocer detenidamente.

(1)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No. 8, Anexo

(2)—Boletín de la Sociedad Geográfica, Tomo III, Nº 3, 7, 8 y 9.

La "Lobitos Oilfields Ltd." (1) al perforar el pozo Nº 10 ubicado en la zona de Punta Restin, que forma parte de la región de Cabo Blanco, en la provincia de Payta encontró á una profundidad de 1070 pies (374.5 metros) una capa de carbón de 5 pies (1.525 metros) sin que tengamos más detalles al respecto, y cabe hacer ahora la siguiente pregunta ¿A qué cuenca pertenece ese carbón, á la del lignito de Tumbes, ó á la de las hulleras de Jaguay Negro? Punto este, que valdría la pena dilucidar.

Antracitas de Motupe

El señor Agustín Iturbe, hizo circular en marzo de 1914, un memorandum, sobre las minas de carbón de Motupe, en el que suministra datos sobre la ubicación de ellas, haciendo notar que están rodeadas de 8 pueblos con más de 20,000 habitantes, que hay madera y otras facilidades para la explotación. Recomienda la construcción de un ferrocarril á la caleta de San José ó Pimentel que atravesaría campos de cultivo con más de 2000 km. cuadrados de extensión y facilitaría el trasporte del carbón que, comparándolo con el de Lota y Coronel, resulta de superior calidad; en dicho memorandum dá los análisis practicados en los laboratorios de la Casa de Moneda y del señor Davelouis.

En mayo de 1915, tuvimos oportunidad de visitar esas minas y puedo suministrar sobre ellas los siguientes datos que recogí personalmente:

Las minas se conocen impropiamente, con el nombre de minas de Motupe, pues están situadas en la comunidad de Colaya, del distrito de Salas en la provincia de Lambayeque; distan 88,405 km. de esta ciudad y para llegar á ellas hay que atravesar los pueblos de Mochunsí, Tucume, Illimo, Pacora, Jayanca y Motupe; siendo el terreno llano, muy feraz y apropiado para tender un ferrocarril cuya construcción no ha emprendido aun la empresa del muelle y ferrocarril de Eten, por la actual guerra mundial, pero tiene ya listos los estudios y el propósito de ejecutarlo hasta Jayanca (31.425 km.) lo que reduciría á solo 56,980 km, la distancia á la mina, de la que 40'801 km. se prestan para continuar por línea férrea, siendo necesario establecer en los 16,170 km. restantes una combinación con cable-carril, pues el terreno es muy pendiente y lleno de bosques.

---

(1)—Concesiones de Carbón en el asiento mineral de Payta. Folleto del Ingeniero R. A. Deustua, 1916.

Interestratificada en las cuarcitas y teniendo pizarras por techo y muro se encuentra una capa de carbón con potencia variable entre 1 y 2 metros la que corriendo de NE. á SO. se hunde al NO., bajo un ángulo de 40°; las muestras que tomé personalmente fueron ensayadas en la Escuela de Ingenieros; pero el señor Iturbe había mandado practicar otros ensayes los que también consigno.

Materias	E. de Ingenieros	C. de Moneda	Davelouis
Humedad..................	3.10 %	6,00 %	9.60
Mt. volátiles...........	7.16 ,,	3.10 ,,	
Carbón fijo.............	74.84 ,,	77.00 ,,	76.00
Cenizas....................	14.90 ,,	13.40 ,,	14.40
	100.00 %	100.00 %	100.00

Poder calorífico...... 7082

El carbón es duro, compacto, brillante, no ensucia la mano y arde con relativa facilidad sin decrepitar.

Además de la capa reconocida, se me aseguró que en la parte inferior del cerro existían otras lo que no pude comprobar por la espesa vegetación que recubre los cerros, la que no solo impide seguir el curso de las capas sino también la marcha, pues es necesario rozar previamente sendas por las que pueda transitarse, pero dada la naturaleza de los yacimientos de carbón, y extendiéndose la región sedimentaria tanto al NE. como al SO. de la parte reconocida, puede asegurarse que los mantos carboníferos continuarán, pero sin que sea posible fijar su extensión, lo que impide formarse un concepto aproximado de la cantidad de carbón aprovechable que pueda contener este yacimiento. Por su proximidad á la costa y por las condiciones del carbón se hace necesario el reconocimiento de esta región.

Antracitas de Cupisnique (1)

La negociación o Sindicato carbonífero de Cupisnique, fué organizado por el Ingeniero señor Pedro C. Venturo que estudió los yacimientos en 1902. Posteriormente, en 1904, tuve oportuni-

[1]—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas, N° 38.

Informaciones sobre las pertenencias carboníferas del Sindicato de Cupisnique, 1907.

Boletin N° 38 del C. de I. de M.—F. Málaga Santolalla.

dad de reconocerlos y más tarde en 1907 el Ingeniero señor José Balta, hizo un prolijo y detenido estudio de la región mandando levantar los correspondientes planos topográficos y catastrales. De este interesante informe, el más completo que sobre minas de carbón se había publicado hasta entonces, he extractado datos que doy á continuación.

Las minas se hallan en el distrito de la Trinidad, en la provincia de Contumazá, en sus confines con la de Pacasmayo, distan 32 km. por camino llano, de San Pedro, estación del ferrocarril, que está en el km. 8 del puerto de Pacasmayo, y 35 km. de la caleta de Puémape.

En la región predominan las rocas sedimentarias, pizarras, cuarcitas y calizas y entre las eruptivas se encuentran los porfiritas y andesitas, bajo la forma intrusiva ó de dikes; las cuarcitas han sido clasificadas como jurásicas y las calizas como cretáceas. En esta formación sedimentaria que corre de NO. á SE. se han reconocido cuatro capas con: 2,20 metros; 1,00 metros 0.30 metros y 1.00 m- ó sea una potencia totalizada de 4,50 metros, el carbón es de color negro grisaceo, con brillo casi metálico, fractura irregularmente concoidal, no ensucia generalmente la mano lo que solo acontece cuando se le coje por las fracturas de separación del carbón, que contienen un tabique muy delgado de arcilla grafitosa. La composición corresponde en promedio á:

Humedad	6.80 %
Materias volátiles	8.63 ,,
Carbón fijo	73.73 ,,
Cenizas	10.84 ,,
	100.00 %

El poder calorífico varía de 6859 calorías cuando está húmedo y con cenizas á 8629 si se le considera seco y sin cenizas, y la densidad del carbón, también es variable entre 1.690 á 1.830, asi como la proporción de azufre que oscila entre 0.33 % á 0,54 %.

Las pertenencias posesionadas en julio de 1907 eran 40, y las denunciadas 120, y el señor Balta calcula en ellas una existencia probable de 23.680.000 toneladas de carbón comercial con un rendimiento de 3700 kilógramos de carbón por metro cuadrado de superficie para las 3 capas 2, 3 y 5 que son las explotables,

El carbón de Cupisnique es aplicable á todos los usos industriales, excepto el de preparación de gas de alumbrado.

Calcula el señor Balta en Lp. 108,000 el capital que era necesario para preparar y poner Cupisnique en explotación, estando incluída en esa cifra la construcción de un ferrocarril para el trasporte de 500 toneladas diarias, la de un muelle, y la adquisición de un vapor carbonero.

Antracitas de Yumagual y Chotén

En el Boletín Nº 31 del Cuerpo de Ingenieros de Minas, "Importancia Minera de la provincia de Cajamarca" al ocuparme de los yacimientos carboníferos, cito entre los cisandinos que se encuentran en el territorio de la provincia á los yacimientos de Yumagual y Choten que afloran á 38 km. de la estación de Chilete, (Chilete—Pacasmayo, 104 km.) sobre la margen izquierda del río Jequetepeque, y los de Sunchubamba que afloran sobre la margen derecha del río de Chicama, que aparecen también sobre su margen izquierda en la región de Huayday de la provincia de Otuzco; los afloramientos del carbón de Sunchubamba se hallan á 90 km. de la estación del ferrocarril de Ascope: (Ascope á Salaverry, 76 km.) y 65 km. de Huabal, término del ferrocarril de Pampas (Pampas á Salaverry, 82 km.)

Tanto el carbón de Yumagual y Choten, como el de Sunchubamba, pertenecen á la categoría de las antracitas. La estratificación corre entre Yumagual y Choten de E. á O. y en Sunchubamba N. 100º E. en esos paquetes sedimentarios hay dos capas visibles de carbón cuya potencia varía de 1m. á 1.50 m. no siéndome posible suministrar datos sobre su composición por haberse extraviado las muestras que tomé.

Antracitas de Contumazá

Fueron descubiertas por el señor Manuel Guevara, el año 1878 y reconocidas por la empresa minera de Chilete, que proyectaba aprovecharlas en las calderas de vapor que tenía para poner en marcha su oficina de concentración, pero la paralización de los trabajos de dicha negociación y los derrumbes que sobrevinieron originaron el abandono de estos trabajos.

A 14 kilómetros al N. de la ciudad de Contumazá, y 16 kilómetros de la estación de Chilete (Chilete á Pacasmayo, 104 km.) en el Cerro Corral, de la hacienda Naranjal, se encuentran enca-

jadas pizarras que se hallan interestratificadas en las areniscas que corren de E. á O. hundiéndose al N. bajo un ángulo de 60° unos mantos de antracita de 0.80 á 1 m. de potencia, cuyos afloramientos hacia el S. son visibles á 2 km. de distancia en una quebradita que se halla cerca del camino.

La cuenca de que me ocupo se extiende por el N. hasta la quequebrada de las Paltas, en que la formación de arenisca y pizarra es remplazada por las calizas, por el S. hasta cerca de la población de Contumazá en que ocurre igual sustitución, pero por el E. avanzan hasta la provincia de Cajamarca donde continúan en Yumagual y Choten, y por el O. hasta Cupisnique, sin más soluciones de continuidad que las originadas por las quebradas debidas á la erosión.

Dificil es hacer una apreciación de la cantidad de carbón encerrado por esta cuenca, pues para ello se necesitarían estudios más detenidos que los que tuve oportunidad de practicar.

Antracitas de San Benito y Sinsicap (1)

En la parte Sur de la provincia de Contumazá, (Distrito de San Benito) y en la Norte de la de Otuzeo (Distrito de Sinsicap) se encuentra una cuenca carbonífera, que ha sido separada por la acción erosiva de las aguas del río de Chicama y de varias quebradas. Estos yacimientos de antracita fueron reconocidos, por el Ingeniero señor Fernando C. Fuchs, en el año 1902 y de su informe extracto los siguientes datos:

Las antracitas de San Benito, se observan en Membrillar, Guangamarca y Bazán, que se hallan á una distancia media de 45 km. de la estación de Pampas, que dista 82 km. del puerto de Salaverry debiendo atravesarse el río de Chicama, que en la estación de invierno es invadeable, para llegar á ella.

Encajonadas en pizarras, que están interestraficadas en areniscas que tienen una dirección N. 25° 0. con recuesto de 60° al N. NE. se observan en Membrillar los afloramientos de una pizarra carbonosa, que tiene 1.50 m. de potencia las que contienen pequeños lechos de carbón, cuyas muestras más puras acusan la siguiente composición:

(1)—Informaciones y Memorias de la Sociedad de I. Tomo IV, N° 6.

Humedad..................	7.60 %
Materias volátiles....	11.60 ,,
Carbón fijo..............	57.00 ,,
Cenizas.....................	23.50 ,,
	99.70

Poder calorífico (Berthier): 4508 calorías.

En Guangamarca, siguiendo el camino de Membrillar, en una quebradita que afluye á la quebrada grande seca, se encuentran unos afloramientos carboníferos con 0.60 metros de potencia, que tienen una dirección N. 40° E. y 70° de inclinación al NO. El carbón más puro, obtenido de los hilos de carbón que separan la pizarra dió al ensaye el siguiente resultado:

Humedad..................	3.80 %
Materias volátiles....	8.40 ,,
Carbón fijo..............	20.60 ,,
Cenizas.....................	67.20 ,,
	100.00 %

Poder calorífico (Berthier): 1771 calorías.

Hacia el E. de la quebrada seca se encuentran á más ó menos 6 km. los afloramientos carboníferos de Bazán que tienen el mismo rumbo que los de Guangamarca, pero inclinaciones de 25° al NE. cuyas muestras más puras acusaron:

Humedad..................	7.10 %
Materias volátiles....	17.70 ,,
Carbón fijo..............	54.60 ,,
Cenizas.....................	20.60 ,,
	100.00 %

Poder calorífico (Berthier): 4324 calorías.

Los tres yacimientos descritos, por la fuerte proporción de cenizas que contiene su carbón y por la irregular distribución de este, en hilos delgados y nódulos intercalados en las pizarras, carecen de valor industrial.

A nueve kilómetros de Pampas (km. 82 del ferrocarril á Salaverry) se encuentran los afloramientos carboníferos de Lagunas, cuya estratificación tiene una dirección N. 40° E. con inclinación de 74° al NO. y potencia de 0.60 metros. Sobre el carbón proveniente de este yacimiento, se han practicado los siguientes análisis.

	Raimondi	Fuchs	C Huayday	
Humedad		3.60 %	5.70—	5.30 %
Mat. Volátiles.	9.50 %	9,30 ,,	5.10—	6.00 ,,
Carbón fijo	82.00 ,,	48.10 ,,	71.00—	77.70 ,,
Cenizas	8.50 ,,	39.00 ,,	18.20—	11.00 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00	100.00 %
Poder calorífico:	7039	3864	6106 –	6670 cal.

Antracitas de Huayday (1)

Las minas de Huayday, fueron descubiertas hacen más ó menos 40 años, en que se abrieron las primeras galerías, en la quebrada de Calmón, sobre la margen opuesta á aquella en que se hallan actualmente, donde fué necesario trasladar la explotación, por haberse derrumbado las primitivas, debido á la consistencia deleznable del terreno. El carbón de Huayday se ha usado con todo éxito en el tostado oxidante y clorurante de los minerales de Agua Agria (en horno de reverbero) en la fundicion en Water-Jacket en San Felipe, y actualmente también en Water-Jacket en la fundición de los minerales de Sayapullo.

En 1908, que estudió esa región el Ingeniero señor E. Du Bois Lukis, estimaba en 1000 toneladas la cantidad de carbón, extraído de la mina Trujillo, que se encuentra en explotación, pero como á partir de 1911 se han extraído más ó menos 400 toneladas anuales para la fundición de Sayapullo, la cantidad total de carbón explotado de esta zona, puede estimarse en 4.000 toneladas.

(1)—Boletín del C. de I. de M.—N° 22 F. Málaga Santolalla
Boletín del C. de I. de M. N° 64—Du Bois Lukis
B. de M. I. y Construcciones. T. N°—José Balta

El señor Ananias Jugo, conocedor de esta región y de la buena calidad de sus carbones, constituyó por el año 1895 "La Sociedad Carbonífera Huayday", pero no explotaba esta zona sino la de Lagunas, en el distrito de Sinsicap, por su proximidad de solo 9 km. al ferrocarril de Pampas.

La región de Huayday ha sido estudiada en 1905 por mí, en 1908 por el Ingeniero E. du Bois Lukis, y en 1909 por el Ingeniero señor José Balta, y corresponden á esos tres informes los extractos que contiene esta descripción.

Las minas de Huayday se hallan en el distrito de Lucma (á 10 km. del pueblo del mismo nombre) en la provincia de Otuzco, á 1980 metros sobre el nivel del mar, en la margen izquierda del río Chicama, cuyo curso hay que seguir para bajar á la costa.

De Huayday á orillas del mar, puede trasladarse el carbón siguiendo una de estas dos rutas:

De Huayday á Ascope........................	90.00	kilómetros
De Ascope á Salaverry (Ferrocarril)..	76.00	,,
	166.00	kilómetros.

De Huayday á Huabal (Pampas)....	65.00	kilómetros.
De Huabal á Malabrigo (Ferrocarril)	47.00	,,
	112.00	kilómetros.

Como se vé esta segunda ruta es más corta en 54 km. que la primera, y como felizmente la negociación azucarera Casa Grande, está construyendo el ferrocarril á Malabrigo, que pronto se dará al tráfico público, la construcción de los 65 kilómetros que separan Huayday de Huabal, cuyo costo se estima en Lp. 100.000. y tiene estudios definitivos, hechos por el malogrado Ingeniero señor Manuel I. Masías, se impone con tanto mayor razón, cuanto que la gradiente no pasa de 2%, lo que permitirá bajar trenes que puedan trasportar 300 á 400 toneladas de carbón por viaje.

Dos capas de carbón se observan en Huayday, las que, teniendo por techo y muro pizarras que se hallan interestrificadas en la formación de cuarcitas de la región, tienen entre sí una distancia de 9 á 10 m. Por los fósiles encontrados, la formación carbonera ha sido clasificada como infracretacea. Los paquetes sedimentarios corren de NO. á SE. hundiéndose al SO. bajo un ángulo de 20°.

La capa de carbón superior, tiene una potencia de 2 m. y la inferior de 1 m. ó sea una potencia totalizada de 3 m. y según el Ingeniero señor Lukis el yacimiento presenta facilidades para ser explotado en una extensión de 5 á 6 km. de largo por 3 ó 4 de ancho. El carbón tiene un color negro brillante, es duro y compacto, la explotación da grandes blocks hasta de 100 kgs.; arde con dificultad, pero muy bien bajo la presión del aire de un fuelle ó del tiro de una chimenea, no decrepita y deja pocas cenizas. Del resultado de varios ensayes se tiene la siguiente composición en promedio.

Humedad..................	4.97 %
Materias volátiles...	5.46 ,,
Carbón fijo...............	82.85 ,,
Cenizas.....................	6.71 ,,
	100.00 %

Poder calorífico: 7666 calorías.

El análisis de las materias volátiles acusa la siguiente composición:

Acido carbónico............	3.6 %
Monóxido de carbono...	22.4 ,,
Resíduo gaseoso............	74.0 ,,
Oxígeno.........................	0.0 ,,
	99.99

La densidad media del carbón es de 1.605 y tiene 1.63 % de azufre.

El señor Ingeniero E. du Bois Lukis, considerando una potencia de 2.5 m. en lugar de los tres que hay, una zona explotada de 10 kilómetros cuadrados, siendo de 15 míninmun y un rendimiento de 60 % en la extracción, calcula en Huayday una existencia de 15 millones de toneladas de carbón vendible. Estima en Lp. 300.000 el capital necesario para las maquinarias de instalación, un plano inclinado, el ferrocarril, muelle, almacenes y lanchas en Malabrigo, explotación de las minas, del ferrocarril y del puerto, y fija en Lp. 0.4.98 el costo de la tonelada de carbón á bordo en Salaverry.

El Ingeniero señor José Balta hace notar que en los cerros de Sayapullo y Farrat, existen capas de carbón que son prolongaciones de las de Sayapullo; hace variar entre 4 y 5 m. la poten-

cia totalizada de las capas de carbón y fija entre S/. 0.80 y S/. 0.90 el precio de extracción por tonelada; y considerando los mismos datos que el Ingeniero Lukis, pero aplicándolos á las propiedades de la Compañía Sayapullo: 120 pertenencias posesionadas y 900 denunciadas, con una extracción ó rendimiento de 70 %, estima en 117 millones de toneladas la cantidad de carbón existente en Huayday, de las que separando la cantidad de carbón necesario para el consumo de la Compañía Sayapullo, dice que podría venderse unos 100 millones de toneladas que "aplicables el precio de 4 centavos á la tonelada métrica, que es el menor de los adaptados por el U. S. Geological Survey, para tasar los terrenos carboníferos del Gobierno de los Estados Unidos de Norte América, tendríamos Lp. 400.000 como valor de sólo las propiedades de la Compañía Sayapullo en Huayday".

Antracitas de Ancos (1)

No se tienen datos sobre los descubridores, ni de las primeras personas que aprovecharon del carbón de Ancos, pero como los yacimientos afloran en el camino, probablemente fueron los herreros de los pueblos vecinos Tauca, Cabana, Cajamalo, los primeros que abrieron dichos yacimientos, sin darles mayor importancia. Entiendo que la Casa Garragorri de Pallasca fué una de las primeras en hacer denuncios en la región, pero á partir de 1905 en que el Ingeniero señor Felipe de Lucio presentó un interesante informe, y fué el primer técnico que se ocupara de hacer ver su importancia, los denuncios se han sucedido unos á otros. En el año 1913 el Ingeniero señor Juan Velasquez Jiménez, al hacer los estudios de un ferrocarril que partiendo de la estación de Chuquicara, atraviese las provincias de Pallasca, Santiago de Chuco, Huamachuco y Cajabamba, hizo también un estudio de esta región, pero su informe que se halla inédito solo ha sido conocido en el presente año.

Los importantes yacimientos de carbón de Ancos, se hallan ubicados en la parte SO. del distrito de Llapo, de la provincia de Pallasca, en sus confines con la de Santiago de Chuco y á más ó menos 18 km. de los linderos de la provincia de Santa, á alturas

(1)—Boletin del Cuerpo de I. de Minas, N°—21
Informe inédito en el Cuerpo de Ingenieros de Minas.

comprendidas entre 1000 y 1600 metros sobre el nivel del mar. Por su situación es una de las regiones carboníferas más próximas á la costa, pues bastará un desvío de 24 kilómetros de longitud con 3 % de pendiente, para llegar desde la estación de Chuquicara (km. 76 del ferrocarril de Chimbote) á la boca de la quebrada de Ancos, hasta donde podría transportarse el carbón de las diferentes minas en cable-carril ó un sistema combinado de líneas enrieladas de nivel y plano inclinado, según opinión del señor ingeniero Velasquez Jiménez, á cuyo informe y el del Ingeniero señor de Lucio me refiero, dejando constancia de que en 1917 visité también estos yacimientos, no habiendo emitido informe sobre ellos, por no tener nada que agregar á lo dicho por los señores de Lucio y Velasquez Jiménez.

El cerro Cocabal en que se hallan las principales capas de carbón y las más próximas á la costa, asi como el resto de la región están constituídas por pizarras, cuarcitas y calizas que corriendo con una dirección N. 10°O. y hundiéndo se 70° al SO. se hallan superpuestas en el orden en que han sido enumeradas- y han sufrido el doble efecto del metamorfismo regional, y del local originado por un dike que atraviesa la falda NE. del cerro Cocabal, cuyos efectos han influído no solo sobre el paquete sedimentario sino también sobre el carbón por él contenido; pues por la destilación de los hidrocarburos volátiles de las hullas, que, probablemente constituyeron el carbón primitivo, este se ha transformado en antracita.

Esta formación sedimentaria forma parte de una anticlinal cuyo eje, que corre de N. á S., pasa más abajo del pueblo de Ancos, el "que se apoya por un lado en la quebrada de Chuquicara; formando los estratos que han resistido la erosión en los cerros de Cocabal, mientras que la bóveda que ha desaparecido, correspondería á la quebrada de la Viña, donde vuelve á presentarse la misma sucesión de estratos en sentido contrario".

El señor Ingeniero de Lucio, llama la atencion sobre la uniformidad de la formación carbonífera y como prueba de ello, señala los afloramientos que siguiendo hacia el Norte se observan en la quebrada de Chuquicara y en San Antonio, por el Sur, y el señor Ingeniero Velasquez Jimenez, estima en 120 km. cuadrados, la zona donde aflora el carbón en diversos lugares, pero habiendo tenido oportunidad de recorrer no solo esta región, sino también las vecinas, puedo asegurar que el yacimiento de Ancos, salvo las soluciones de continuidad originadas por las quebradas de erosión ó la aparición de rocas eruptivas, va á unirse

por el Norte con la cuenca carbonífera de Santiago de Chuco, en Mollepata y la hacienda Angasmarca, y por el Sur, con la del callejon de Huaylas, que afloran á orillas del río Santa.

Las capas reconocidas por el Ingeniero señor Velasquez Jimenez, con indicación de su potencia y composición constan en el siguiente cuadro.

	Espesor ó potencia	Gases	Carbón fijo	Cenizas
Cocabal ó Peligro Nº 1	0.75 m.	14.3 %	77.4 %	8.3 %
Id. 2	1.50 ,,	7.7 ,,	78.6 ,,	11.7 ,,
Id. 3	0.75 ,,	13.8 ,,	75.6 ,,	10.6 ,,
Id. 4	1.00 ,,	14.4 ,,	76.6 ,,	9,0 ,,
Mulato San Antonio	2.00 ,,	21.0 ,,	70.5 ,,	8.4 ,,
Pozo Gentil	1.05 ,,	15.6 ,,	74.0 ,,	10.0 ,,
Quebrada Carbón	1.00 ,,	14.5 ,,	76.0 ,,	9.5 ,,
Id yeso	1.00 ,,	11.5 ,,	81.0 ,,	7.5 ,,
Simaytunan	....	20.6 ,,	71.0 ,,	8.6 ,,
Huachacayoc	....	22.0 ,,	70.0 ,,	8.0 ,,
Viernes Santo	0.96 ,,	13.5 ,,	82.0 ,,	4.5 ,,

A estos datos hay que agregar los que suministra el Ingeniero señor de Lucio.

	Ancos	San Antonio
Humedad	5.30 %	
Mat. volátiles	8.20 ,,	18.0 %
Carbón fijo	72.30 ,,	70.7 ,,
Cenizas	14.20 ,,	11.3 ,,
	100.00 %	100.00 %

y los datos que me ha suministrado el señor Agustín Arias sobre minas de su propiedad en esa región.

	Huachaspina	Viscaya
Materias volátiles	14.3 %	6.6. %
Carbón fijo	79.9 ,,	85.4 ,,
Cenizas	5.8 ,,	8.0 ,,
	100.0 %	100.00 %
Poder calorífico:	7303	7303 calorías.

Las capas de carbón yacen en las pizarras de las que están separadas por delgados lechos de arcilla. El carbón es duro, brillante, compacto: arde con cierta dificultad, pero muy bien bajo la presión de aire de un fuelle ó el tiro de una chimenea; no decrepita, ensucia ligeramente la mano, y en su extracción de los frentes de ataque se obtienen grandes trozos de carbón compacto.

El Ingeniero señor de Lucio dice: "La explotación se puede preparar bajo condiciones económicas muy favorables, tomando los mantos por la parte más baja en la quebrada de Ancos, con galerías en dirección á distintos niveles (25 m.) y desprendiendo de ellas cruceros no mayores de 180 m. se abarcan los 14 mantos en una sola explotación, facilitando asi la extracción y reduciendo á un mínimun el capital inmovilizado en obras y material, para el trasporte subterráneo".

"Avaluando la cantidad de carbón explotable, correspondiente á los 14 mantos cuya potencia media total, es de 11.20 m. tendremos en una corrida de 980 m. una superficie de 269,675 metros cuadrados, y por lo tanto 3'020.360 metros cúbicos ó sea 5'285.630 toneladas de carbón. Aplicando á estos cálculos un coeficiente de seguridad, correspondiente á 25 % vemos que la cantidad de carbon listo para explotarse es de 4'000.000 de toneladas".

"La parte cubicada de carbón corresponde á uno de los flancos del anticlinal, por consiguiente pasando la quebrada de la Viña, tiene que aparecer el otro flanco del anticlinal con igual contenido en carbón cuya existencia han constatado pequeñas picadas, hechas sobre la cuchilla del contrafuerte cuya dirección es normal al rumbo de las capas".

El Ingeniero señor Velasquez Jimenez, opina que la región de Ancos corresponde á una verdadera cuenca carbonífera, en la que parecen existen dos series de grandes mantos generales, los de la parte inferior que comprenden las minas Peligro, San Antonio y Pozo del Gentil, y el otro que comprende los de la quebrada de Carbón y de Yeso para arriba, estimando en 3 millones de toneladas de carbon el contenido de los mantos de la parte inferior, la casi totalidad de los que, dice, sería aprovechable, por la composición y resistencia del carbón.

Estima en Lp. 180.000 el capital necesario para la exploración, trabajo y equipo de minas (Lp. 30.000); ramal del ferrocarril de Chuquicara á la boca de la quebrada de Ancos (Lp. 115.000); alambre-carril ó plano inclinado (Lp. 10.000); muelle, depósitos

trasbordadores y equipo marítimo (Lp. 10.000); y calcula que con una producción de 200 toneladas diarias y 300 días de trabajo, que vendidas al precio de Lp. 1.6.00 por tonelada sobre la base de un precio de costo de Lp. 0.8.00 por tonelada representaría una utilidad líquida de Lp. 48.000 por año.

Antracitas de los kilómetros 140 á 120 del ferrocarril de Chimbote

A esta región se denomina impropiamente del río Santa, en todo caso sería del río Huaylas, pues sabido es, que el Santa está formado por lo confluencia del río Huaylas con el de Tablachaca ó Chuquicara cuya reunión tiene lugar en una región eruptiva, que continúa así hasta la costa, en todo el curso del verdadero río Santa, donde no puede existir carbón.

Las antracitas que se encuetran en esta zona, pertenecen á la misma cuenca carbonífera que desde el Norte avanza de la provincia de Santiago de Chuco á la de Pallasca, para continuar por el Sur en la de Huaylas, Huari, etc.

No se tienen datos sobre la historia de estos yacimientos; las primeras noticias han sido suministradas por el naturalista Raimondi, que practicó algunos análisis sobre muestras provenientes de ellos, pero he tenido oportunidad de leer el informe que sobre minas ubicadas en esta región presentó en 1911 al señor L. L. Linton el señor Lorenzo Roso, el que me ha sido galantemente proporcionado por los señores Piérola y Sousa actuales propietarios de ellas, así como el que ha presentado al Cuerpo de Ingenieros de Minas, el Ingeniero señor J. M. Yañez León, que últimamente fue comisionado para estudiarlas.

Como el río de Huaylas sirve de lindero en parte, entre la provincia de Pallasca y la de Huaylas, hasta algunos kms. antes de Yuramarca, los yacimientos de esta región que afloran sobre la margen derecha del río pertenecen en esa zona, á Pallasca, y los de la margen izquierda á Huaylas, que es donde abarcan mayor extensión, pues á partir del lindero señalado, los yacimientos carboníferos de ambas márgenes del río corresponden á la última de las citadas provincias, y como el ferrocarril que partiendo de de Chimbote irá á Recuay, que llega ya al km. 104, donde empieza el carbón sigue prolongándose actualmente, y vá por la cuenca de este río, se vé que los yacimientos carboníferos ocupan situación tan excepcionalmente ventajosa. que el carbón de la mina Adkis, propiedad de los señores Piérola y Sousa, puede em-

barcarse en los carros del ferrocarril, en el km. 104; que la prolongación de la vía férrea proporcionará análogas ventajas al carbón de la mina Victoria que se encuentra en el km. 112 y al de Anta en el km. 120; propiedades todas de los citados señores; y que en el recorrido hasta Huaráz, tendrán en todo su trayecto, carbón que embarcar.

La región está constituída por un gran paquete de areniscas, pizarras y calizas, que en algunas partes como en Huanataquilpan poco antes del túnel N° 2 del ferrocarril, reposan sobre una roca granítica. Las pizarras se encuentran interestratificadas en las areniscas ó cuarcitas sirviendo de techo y muro á los tres mantos de carbón que ellas contienen y las calizas han desaparecido casi, debido á la erosión, notándose solo en algunos lugares, como en las alturas de Tauca, la estación la Limeña y en la parte superior de los cerros, de manera que en tesis general puede decirse, que el paquete sedimentario está constituído únicamente por cuarcitas, con intercalaciones de pizarras y carbón.

Los afloramientos de las tres capas carboníferas pueden seguirse sobre ambas márgenes del río y de las quebradas que á él afluyen, desde la región de Ancos (que ya ha sido descrita) por el Norte, hasta el Cañón del Pato por el Sur, en una extensión de 50 km. que tiene un ancho medio de 3 km.

La estratificación tiene en general una dirección N. 30°O. á S. 30° E. con buzamientos contrarios, en general de 60° unas veces al NE. y otras al SO. pues corresponden á las piernas de un anticlinal, cuya bóveda ha sido destruída por la erosión, siendo de notar que el río de Huaylas, que es el que ha erosionado la región corre con poca diferencia sobre la misma dirección del eje del anticlinal.

El carbón es una antracita. De las tres capas señaladas, la segunda ó sea la intermedia es la de mayor importancia, que llega en algunos lugares como en la Mina Adkis, á 3 metros, sin que se hubieran conseguido aún sus astiales (techo y muro) y en otros lugares siempre obtuvo el ingeniero Yañez potencias mayores de 2 metros; pero, teniendo en cuenta las intercalaciones de pizarra que contiene y otras circunstancias, fija una potencia media de 1.80m. á dicha capa, y de 1 metro á cada una de las extremas.

El carbón es de muy buena calidad, duro, compacto, su explotación produce grandes trozos y poco menudo (cisco), mancha ligeramente la piel, es de color negro brillante, fractura concoi-

dal, arde con facilidad sin decrepitar ni necesidad de tiro artificial y tiene la composición siguiente, según análisis practicados en la Escuela de Ingenieros.

	Adkis km. 104 F C	Victoria km. 112 FC.	Anta km. 120 F C.
Humedad	10.35 %	5.41 %	9.15 %
Materias volátiles	7.35 ,,	6.40 ,,	3.35 ,,
Carbón fijo	64.35 ,,	81.55 ,,	77.20 ,,
Cenizas	17.85 ,,	6.63 ,,	10.30 ,,
	99.99 %	99.99 %	100.00 %
Poder calorífico	6281	7583	8053

Este carbón se usa actualmente en las locomotoras del Ferrocarril de Chimbote, y como es una antracita, y no se ha hecho ninguna modificación á las parrillas, se ha salvado el inconveniente, mezclándolo con leña de algarrobo que da la llama que falta al carbón.

El Ingeniero señor Yañez, asigna á esta región un contenido de 56 millones de toneladas, pero como en su cálculo ha comprendido la región de Ancos que contiene cuatro millones, habrá que deducirlos de allí, de manera que le quedará un tonelaje de 52.000 000 de carbón.

Hulleras de Oyón (1)

El año 1855, en que el señor Rivero, dió las primeras noticias sobre la existencia del carbón en el Perú, hacía ya referencia á los yacimientos carboníferos de Oyón.

Probablemente fueron los herreros de los pueblos vecinos los primeros que usaron el carbón; y aunque sus aplicaciones á la metalurgia, es indudable que datan de la época de la amalgama-

(1) Memorias Científicas de Rivero

(1)—B del C de I de M. N° 10 F Málaga Santolalla

I y M de la Soc. de I. año XIII N° 9—Dunstan

ción, no se tienen datos acerca del año en que ésta se estableció, siendo probable que se remonte al año 1712 en que los señores Andrade, trabajaban el rico mineral de Chan, pero lo que sí puede asegurarse es que los señores Bonafon y Davelouis, lo emplearon cuando en 1870 establecieron el tratamiento metalúrgico, por el método Agustín en la oficina Vista Bella, á 5 km. al N. de Oyón, y despues en 1890, en que la Compañía Minera Esperia estableció en Gazuna un Water-Jacket en el que se usaba ya el buen coke obtenido por la destilación (en montones rústicos al aire libre) del carbón de Conocpata y Saquicocha que son las partes mejor reconocidas y más ricas de la región.

Oyón se encuentra sobre la vertiente occidental de la Cordillera, á 3650 metros sobre el nivel del mar, á 148.5 km. del puerto de Huacho de los que 57.5 km. entre Huacho y Sayán se recorren por ferrocarril; y á 70 km. del Cerro de Pasco; pertenecen á la provincia de Cajatambo del Departamento de Lima.

La construcción de un ferrocarril de 100 kilómetros ó poco más, permitirá llegar hasta Conocpata, donde hay excelente hulla grasa de muy buena calidad, pero desde el km. 60 á partir de Sayán, ó sea á 119.5 km. de Huacho, ya podrá explotarse desde L'iesaura carbón más ó menos bituminoso, que recorrerá en una longitud de 40 km. dicho ferrocarril.

No obstante que la diferencia de nivel entre Sayan y Conocpata, hace ver que el ferrocarril que las uniera, tendría una pendiente no mayor de 3 %; los primeros reconocimientos que se han hecho, no han dado resultado por la constitución del terreno y actualmente se hacen nuevos reconocimientos, los que si por desgracia no tuvieran éxito, deberán ser repetidos, para que en el caso de que la construcción del ferrocarril fuera imposible se establezca una combinación de ferro-y cable-carril, pues Oyón no es sólo una de nuestras mejores cuencas hulleras sino también la que más próxima á la costa se halla.

Los yacimientos carboníferos de Oyón, y en general, los de la provincia de Cajatambo se extiende tanto como la formación de las areniscas; pues en todos los lugares donde se presenta esta roca, sea aislada ó subordinada á la caliza, pueden observarse los estratos de pizarras que intercalados entre las areniscas y los mantos carboníferos, señalan invariablente la presencia del carbón.

La importante cuenca carbonífera de Oyón, abarca tal extensión que no sólo alcanza los límites N. y S. de la provincia, sino que sigue por el S. en la provincia de Chancay y por el N. en la

de Bolognesi y Dos de Mayo, extendiéndose de E. á O. desde los confines con el Cerro de Pasco hasta Chancay, lo que, dentro del territorio de la provincia, corresponde á una superficie de más ó menos 6000 km. cuadrados de los que, aproximadamente 1500 km. cuadrados son de terreno casi sin carbón aprovechable.

La continuidad de la formación carbonífera ha sido interrumpida por quebradas que recorren varios riachuelos: Quichas, Gazuna, Conocpata, etc. cuya confluencia determina el río de Oyón, que después es el de Huaura, dividiéndola en una serie de montañas, que facilitan la explotación por galerías, de las 4 capas de carbón de más ó menos 1 m. de potencia, cuyos afloramientos corren de NE. á SE. con inclinaciones variables, según el flanco del anticlinal á que corresponden.

En la región de Saquicacha, por el plegamiento del terreno los yacimientos de carbón adquieren potencia excepcional.

En esta cuenca se encuentran todas las variedades de carbón, inclusive el grafito, que se halla entre Cajatambo y Auquimarca.

Primitivamente todo el carbón que se encuentra en la provincia de Cajatambo fué hulla grasa, pero por la acción unas veces del metamorfismo regional, otras del local, y en determinadas condiciones por la acción de ambos, por la destilación de sus hidrocarbaros volátiles se han transformado en unos lugares en hullas secas y en otros en antracita. Tomando como punto de referencia el pueblo de Oyón, la distribución de estas diferentes clases de combustible sigue el siguiente orden:

Al Norte de Oyón, en Quichas, Gazuna, Cajatambo, Auquimarca, se encuentran hullas que no dán coke, que van transformándose en antracitas á medida que se alejan de Oyón.

Al E. de Oyón, en Saquicocha, Conocpata y Tabladas, se encuentran las hullas secas que dan coke. Esta es la región mejor reconocida, la más explotada y más rica é importante.

Al SO. de Oyón en Andajes se encuentran las antracitas.

Las hullas secas son de color negro grasoso, brillante, manchan la piel, son de estructura compacta concoidad en sus superficies de fractura. La explotación produce grandes blocks hasta de 100 kilógramos de peso, arde con llama larga de 6 á 8 metros de longitud, el carbón en polvo se aglomera, da por destilación excelente coke y el Químico señor Parks, está dispuesto á demostrar con hechos prácticos, que el coke proveniente de la hulla de Oyón es superior al de Jatunhuasi.

La hulla negra es de color negro menos brillante que el de las grasas y participa de los demás caracteres de éstas, contiene menor proporción de materias volátiles y quema con llama corta, siendo inapropiada para la preparación del coke; marca la transición entre las hullas grasas y las antracitas.

Las antracitas son de color negro brillante, manchan la piel, secas al tacto, decrepitan bajo la acción del fuego y necesitan de fuelle ó tiro de chimenea.

Estas tres variedades de carbón de Oyón (Cajatambo) corresponden á las siguientes composiciones:

SAQUICOCHA Y CONOCPATA		GAZUNA, QUICHAS, &	
Composición	Hulla seca	Hulla seca	Antracitas
Humedad	1.00 %	3.20 %	2.85
Materias volátiles	19.40 ,,	22.70 ,,	9.00
Carbón fijo	70.50 ,,	62.50 ,,	79.00
Cenizas	9.10 ,,	11.60 ,,	9.15
	100.00 %	100.00 %	100.00
Poder calorífico	7876	7486	7371

No se han hecho apreciaciones sobre la cantidad de carbón contenido por esta cuenca, que tiene 80 km. de largo, 50 de ancho y cuatro mantos con una potencia totaliza de *cuatro metros* que por muchas que sean las soluciones de continuidad originadas por la erosión de las quebradas y otros accidentes, siempre contendrá muchos millones de toneladas, que probablemente la ponen en el caso de ser la primera en el territorio de la República, por su contenido en carbón.

Para tener una ligera idea del tonelaje encerrado por la cuenca de Oyón (Cajatambo) tomaré solo una fracción de ella, la zona de las hullas grasas que se extienden desde Tabladas hasta Quichas con una longitud de 20 km. y un ancho medio de 5 km. Estos 100 km. cuadrados con la potencia totalizada de

4 metros de sus cuatro mantos, representa un volumen de: 100.000.000 de metros cuadrados por 4 metros = 400.000.000 de metros cúbicos, que con la densidad de 1.25 que en promedio tiene la hulla grasa, correspondería á 500.000.000 de toneladas. Castíguese esa cifra con el coeficiente de seguridad que se quiera, por las soluciones de continuidad originadas por las quebradas, por el rendimiento de la explotación, llévese si se quiere ese castigo hasta el 50 % y siempre se tendrá en Oyón por lo menos 250.000.000 de toneladas de hulla, que da coke. Debiendo contarse con un tonelaje de unos 500.000.000 de toneladas para el resto de la cuenca carbonífera, ó sea con un total de 750.000.000 de toneladas de carbón.

Checras

No he podido conseguir datos concretos, sobre la historia del carbón de Checras, es probable que los herreros de los pueblos vecinos, hayan sido los primeros que lo usaron para llenar las funciones de su oficio. El señor Leonardo Pflücker, denunció por el año 1903, una gran extensión de terrenos carboneros, y entiendo que fué el primero que llamó la atención sobre esta cuenca, el primero también que enviara al ingeniero señor Eduardo Habich para reconocerla, el resultado de cuyo informe, fué posteriormente base del Boletín 18 del Cuerpo de Ingenieros de Minas y Aguas. Posteriormente diferentes personas, han ido denunciando las propiedades abandonadas por el señor Pflücker y actualmente hay un buen número de pertenencias posesionadas ó en tramitación.

Checras es el distrito más setentrional de la provincia de Chancay en el Departamento de Lima, el que está separado de los de Pachangara y Caujul de la de Cajatambo, que también son regiones carboníferas, por el río de Huaura que es el mismo que baja de Oyón.

El carbón de esta cuenca es conocido con los nombres de Checras, Parquin y otros correspondientes á los lugares donde afloran los mantos, pero al ocuparme de ellos, los comprenderé bajo la denominación de Checras, y haré referencia á los datos que contiene el informe del ingeniero Habich.

De Sayán, término actual del ferrocarril de Huacho, (km.58.5) á Parquín centro de la región carbonífera, hay una distancia de 125 km. y una diferencia de nivel de 3,268 metros, que puede sal-

varse con una pendiente máxima de 3 % siguiendo la quebrada de Auquimarca, de manera que de Parquín á Huacho la distancia es de 183.5 km.

La región está constituída según el ingeniero, señor Habich, por una roca porfírica, areniscas, pizarras y calizas cretáceas, que se hallan superpuestos en el orden en que han sido enumerados, el paquete sedimentario corre con una dirección de NO á SE, tiene inclinaciones variables y encierra tres mantos de carbón que se observan en la parte baja del pueblo de Parquin; el primero, cuyo afloramiento es de 6 metros de potencia tiene 4 metros de carbón útil y 2 metros de pizarra; pudiendo recorrerse en 14 km. su afloramiento. A 40 metros al NE. del anterior manto se encuentra el N° 2 con 4 metros de potencia; y 10 metros siempre al NE. del manto N° 2 se halla en N° 3 con una potencia de 1.50. Existen otros mantos pero no han sido reconocidos por la vegetación que cubre los cerros.

El carbón contenido por los diferentes mantos corresponde á la variedad comprendida entre las hullas secas y la antracita, que es deleznable y cargado de óxido de fierro en los afloramientos, duro, liviano, algo poroso, sin brillo, cuando se le obtiene de corta profundidad; su composición corresponde al siguiente análisis, en las diferentes localidades de que procede:

	Humedad	Mat. Vol.	Carbón fijo	Cenizas	Pod- Calor
Parquín	6.9 %	16.1 %	77.7 %	9.3 %	56.18
Quiruragra	5.6 ,,	10.9 ,,	68.1 ,,	10.9 ,,	57.94
Id.	15.5 ,,	14.7 ,,	61.7 ,,	8.1 ,,	51.58
Huacho	11.5 ,,	13.8 ,,	63.0 ,,	11.7 ,,	52.64
Id.	5.8 ,,	9.2 ,,	47.5 ,,	37.5 ,,	40.01
Casacancha	2.6 ,,	9.6 ,,	81.7 ,,	6.1 ,,	67.87
Polvorillo	6.5 ,,	9.3 ,,	62.8 ,,	22.4 ,,	51.67
Soc. 1ª Parquín	5.9 ,,	9.8 ,,	80,5 ,,	3.8 ,,	78.35
Id. 2ª Id.	3.6 ,,	6.3 ,,	86.9 ,,	3.2 ,,	79.02

Donde se vé que las muestras obtenidas en los socavones en Parquín que no pasan de 25 metros de profundidad corresponden á una antracita de excelente calidad.

El Ingeniero señor Habich calcula en 720.000.000 de metros cuadrados la superficie de terreno carbonífero, y dice que aunque la potencia totalizada de los mantos es de 9.5 metros, para sus cálculos solo considera una potencia utilizable de 3.5 metros de carbón, con lo obtiene un volumen de 2.268.000.000 de metros cúbicos que con la densidad de 1.75 para la antracita corresponden á 3,960.000.000 de toneladas de carbón.

El Ingeniero señor Enrique I. Dueñas, que actualmente estudia la región de Checras, por encargo del Cuerpo de Ingenieros de Minas y Aguas, en informe presentado á ese instituto, manifiesta que los mantos reconocidos son 4, que la mayor potencia no pasa de 1 m. y que los reconocimientos practicados sobre ellos no bastan para hacer una apreciación del carbón que contiene la cuenca; asevera que son optimistas los cálculos del ingeniero señor Habich, y reduce á un 25 % el contenido del carbón (antracita de espléndida calidad) por él calculado; y como éste ascendía á 3.960.000.000 con el castigo de 75 %, que el Ingeniero Dueños le impone, se reduce á 990,250.000 toneladas de carbón que, aún así, es un tonelaje bastante apreciable.

Asfaltitas de Sillapata

El párroco de Matucana denunció unos yacimientos de asfaltita en el cerro Pancha de la región de Unturo, en la provincia de Huarochirí, y se hicieron en él las primeras exploraciones, de las que se obtuvo un carro de carbón que trató de quemar en las locomotoras del Ferrocarril Central, pero la falta de resultados satisfactorios originó el abandono de la mina. Algunos años después, en 1910, cuando se despertó tanto entusiasmo por el vanadio, en vista del alto precio que tenía (Lp. 400 la tonelada), el señor Augusto Gildemeister, de acuerdo con los que hacía poco, habían denunciado la mina Four friends, en la misma región que tuvo el cura de Matucana, emprendió en ella una serie de trabajos, pero la baja del precio del vanadio y las dificultades que ofrecía la asfaltita para quemarse, por lo muy difícil que es su combustión, originó la nueva paralización del negocio.

El Cerro Pancha ó Sillapata se halla á 23.5 km. al NO. de Matucana (Matucana á Callao 103 km.) en la región de Uturo, la que está constituída por rocas calizas que corren con dirección

comprendidas entre N.60° y 90° E.; tienen inclinaciones variables; cortando estas estratas con una dirección de N. á S. se presentan algunos filones de asfaltita de los que, el principal es el conocido con el nombre de Pancha ó Sillapata, este filón y los planos de unión de las estratas en la vecindad de él, están rellenados por una asfaltita que contiene muy pequeña proporción de materias volátiles y es muy difícil de quemar; pero cuyas cenizas son muy ricas en ácido vanádico.

El filón que en sus afloramientos tiene una potencia de 0.20 á 0.30 metros, se ensancha á medida que se profundiza sobre él, llegando hasta 1 m. El relleno de la asfaltita es irregular y alterna con esquistos; pero en determinados tramos se ensancha alcanzando hasta 1 m. de potencia.

Sensible es que esta asfaltita sea de tan difícil combustión, pues sería el combustible más próximo á Lima de que podía disponerse.

Hullas de Laraos

Muy pocas son las referencias que sobre estos yacimientos se tienen: el ingeniero señor Dueñas al estudiar en 1906, las provincias de Jauja y Huancayo, refiriéndose á los yacimientos de carbón que allí existen, dice que por el O. penetran al distrito de Laraos de la provincia de Yauyos, sin dar más datos á este respecto.

Según informes que se han suministrado, la formación carboníferas de Jauja y Huancayo que denominaré Jatunhuasi, corresponden á un gran sinclinal, cuyo flanco oriental es el que ha estudiado el Ingeniero Dueñas, y el flanco occidental corresponde al carbón que aparece en Laraos: si esto fuera cierto se tendría, que son aplicables á Laraos muchas de las apreciaciones hechas sobre Jatunhuisi.

El señor Raimondi, ensayó una muestra de este carbón, lo clasificó como hulla grasa, que dice es de estructura variada, unas veces de estructura lamelar con superficies planas y paralelas, y otras irregular y de aspecto fibroso, el carbón de un color negro oscuro, es generalmente duro, en los trozos de estructura irregular tiñe la piel; tiene la siguiente composición:

Materias volátiles.........	37.80 %
Carbón fijo.....................	57.50 ,,
Cenizas	4.70 ,,
	100.00 %

Este carbón proviene de la región de Icuro, que se halla sobre la vertiente occidental de la cordillera, cerca del pueblo de Laraos.

Probablemente estos yacimientos de carbón persisten en los contrafuertes de la cordillera que avanzan hacia la costa, pues he podido informarme de que en Cañete, á más ó menos 20 km. del mar, se encuentran unos afloramientos de carbón, cuyas muestras habían acusado la siguiente composición:

	Número 1	Número 2
Humedad	2.44	1.20
Materias volátiles	25.56	36.90
Carbón fijo	67,46	56.30
Cenizas	4.60	5,60
	100.00	100.00

Poder calorífico 8767 calorías.

Arde con llama larga y dá buen coke. Se vé pues que se trata de una buena hulla, desgraciadamente no he podido obtener más datos, pues se guarda reserva respecto á la ubicación y otras condiciones del yacimiento.

Hulleras de Paracas (1)

De los trabajos que sobre esta región tenemos, el que mayor número de datos y detalles dá, es el informe del ingeniero señor Ismael Dorca, habiéndose ocupado también de esta cuenca los ingenieros señor Fernando C. Fuchs, Vernon Marsters y el sabio Raimondi. En datos que se expresan á continuación me refiero á dichos informes.

(1)—B. del C. de I. de M. N°—18
(1)—B. de M. I. y C. Tomo XVI. F. C. Fuchs.
I y M de la Soc de I Tomo XI No 4.—I. Dorca
Información preliminar sobre Paracas inédito—C de I. de M. —Marsters.

Hace años que los vecinos de Pisco habían observado que en el lugar denominado Otunca aparecían fragmentos de carbón, que creían provenían de los vapores que hacían la travesía y que eran arrojados por el mar á la playa; pero habiendo visitado la localidad el sabio Raimondi, pudo comprobar que dicho carbón provenía de los yacimientos de punta de Huancas (Paracas) de cuyos añoramientos era arrancado por las olas; pero nadie se ocupó de ellos, hasta que el señor Le Cerf (mecánico del ferrocarril de Pisco) de acuerdo con los señores Laperier y Jund, los denunciaron, é hicieron los primeroe cateos, que no tuvieron éxito, y habiendo estudiado después la región los ingenieros señores Fernando Fuchs y Michel Fort, que emitieron informes haciendo ver la necesidad de reconocer la cuenca, mediante sondajes, en 1903 se constituyó una Compañía Nacional, que adquirió una máquina perforadora Calix Davis Drill, capaz de hacer perforaciones hasta 1000'' pies (327 metros) con los que comenzaran el sondaje, el que á 270 pies (82.35 metros) cortó la primera capa, á la que se asigna una potencia de 0.60 m. y á los 370 pies (113.85 m.) una segunda de 1m. de potencia, en vista de estos resultados, se constituyó una segunda compañía con ampliación del capital primitivo, pero por diferentes circunstancias se paralizaron los trabajos.

La península de Paracas se halla á 30 km. al Sur de Pisco, y abraza una superficie de 154 km. cuadrados, la región carbonifera, tanto por la clasificación geológica del terreno, cuanto porque este contiene yacimientos de carbón, según el señor Marsters, no comprende toda la superficie de la península, sino una porción de de ella, hacia el Sur de la península, entre Arquillo y Punta Huacas; pues el resto está constituído por pórfido rojo y una porfirita gris oscura.

El Ingeniero señor Dorca, refiriéndose á la geología dice que "los cortes naturales de terreno demuestran que éste está constitituído por bancos de arenisca de grano fino, de espesores variables entre 1 m. y 2 m. que sirven de base á capas de pizarras de color gris acerado, sumamente compactas, con espesores desde algunos centímetros hasta 1 m., entre las dos capas de areniscas y pizarra se encuentran lechos de arcilla; la pizarra sirve de muro á los mantos de carbón, estando impregnada de fósiles que caracterizan el terreno carboníero (*Calamites*, *Helechos*, *Sigilaris*, *Lepidodemdroms*)" "estas series de capas se repiten periódica-

mente con espesores comprendidos entre 3 y 6 m. tienen rumbo más ó menos NS. con buzamientos al E. de unos 25º ó inclinación al Sur algo pronunciada".

Los fósiles encontrados permitieron al Ingeniero señor Fernando C. Fuchs, clasificar ese terreno como perteneciente al carbonífero, hullero superior, siendo la primera vez que dicha clasificación se hacía en el Perú por los fósiles de la flora.

Los Ingenieros señores Dorca y Marsters, confirmaron esa clasificación.

El señor Marsters, manifiesta que "los afloramientos de carbón que se observan en la costa no tienen suficiente potencia para considerarlos de valor industrial; pero los sondajes han descubierto capas explotables á 300 pies (91.5 m.) y aun menos; que la *tectónica* del terreno es tal, que si se evidencia que las capas de carbón tienen grande extensión superficial, estas deben pasar debajo del mar, lo que acontece ya en las hulleras de Cabo Bretón, sin que sea un obstáculo para la explotación de las minas y que un breve reconocimiento de la costa Sur de Paracas revela que existen terrenos carboníferos hacia el Sur".

Los datos suministrados por los señores Dorca y Marsters, sobre la potencia de las capas de carbon no coinciden, pues mientras que el primero manifiesta que el sondaje cortó á 270 pies una de 1 m. de potencia, el señor Marsters, indica que á 257 pies se cortó la primera capa con 1.10 m. y a los 360 pies la segunda con 1.20 m,

El carbón de la primera capa, dió al Ingeniero señor Fuchs los siguientes resultados:

Separación por lavado.

Carbón	65.38 %
Arcilla	34.62 ,,
	100.00 %

y el ensayo del carbón:

Humedad	3.05 %
Materias volátiles	34.85 ,,
Carbón fijo	53.80 ,,
Cenizas	8.25 ,,
	100.00 %

Poder calorífico............ 7700 calorías.

El carbón de la segunda capa acusó la siguiente composición,

Humedad......................	3.05 %
Materias volátiles.......	35.16 ,,
Carbón fijo...................	32.80 ,,
Cenizas.........................	8.99 ,,
	100.00 %
Poder calorífico............	7634 calorías.
Azufre.....................	0.34 %

Los análisis practicados por el señor Raimondi sobre carbón de los afloramientos dieron:

Materias volátiles........	24.60 %
Carbón fijo...................,	15.00 ,,
Cenizas.........................	60.00 ,,
	99.60 %
Poder caloríco..............	5312 calorías.

en vista de lo cual lo clasificó como una transición entre las hullas grasas y las secas y manifiesta que si no fuera por la proporción de cenizas, 15% (que se ha visto disminuye á 8.25 y 8.99 %) sería un carbón de buena calidad, y que el coke que producía, tenía el mismo volumen que el carbón que lo originaba.

El Ingeniero señor Dorca, considerando tres capas de 0,60 m. cada una, un rendimiento neto de 692 kg. de hulla por metro cuadrado de capa, y 99 pertenencias, estima en 9.700.731 toneladas la cantidad de carbón probable que habrá en esta cuenca, y calcula que con un gasto de Lp. 80.000 podrían ponerse á las minas de Paracas en condiciones de producir de 500 á 800 toneladas diarias.

Como se vé, no pueden ser más favorables las condiciones de Paracas, tanto por su ubicación á orillas del mar que facilita el aprovechamiento del carbón, como por la calidad y contenido del combustible, siendo muy sensible que los trabajos efectuados no hayan alcanzado éxito.

Hullas de Majes y Sihuas (1)

El señor Rivero, al dar las primeras noticias que tenemos (1855) sobre la existencia de carbón en el Perú, refiriéndose al que se encuentra en el Sur de la República, manifiesta que hacía pocos años se habían descubierto unas capas de carbón en la quebrada de Muerco, provincia de Camaná, cerca del valle de Sihuas, al pie de los nevados de Sallay; las que con una dirección de O. NO á E. SE., se inclinaban hacia el Norte, y sin señalar su potencia, dice que era de varias varas de ancho, que el carbón era de buena calidad, y que una de esas capas fué trabajada por un señor Uría. quien hizo probar el carbón en las calderas de los vapores que hacían la navegación en la costa, y proveía de él á los herreros de Arequipa.

Probablemente este carbón es el que ensayó el señor Raimondi, refiriéndose al que dice: que provenía de unas minas á 15 leguas (75 km.) al interior de Quilca, que es de estructura lamelar, con brillo variable, unas veces resinoso vidrioso y otras de poco brillo, que calcinado en recipiente cerrado dá mucho gas de alumbrado, que produce un coke aglutinado, esponjoso con brillo semimetálico; y que contiene:

Materias volátiles..........	39.00 %
Carbón fijo......................	58.80 ,,
Cenizas...........................	2.20 ,,
	100.00 %

Como se vé este carbón no puede ser de mejor calidad y muy sensible es, que no se tenga más referencia sobre este yacimiento, que es muy conveniente reconocer con tanto mayor razón, cuanto que parece que las capas de carbón que afloran sobre los barrancos, dentro de los que corre el río de Sihuas, pertenece á la misma cuenca que por el Norte aflora sobre las márgenes del río de Majes y por el Sur en los baños de Yura, Sumbay y otros lugares.

---

[1]—Rivero: Memorias Científicas. 1855.
"El Perú'. Tomo IV. Raimondi.

Antracitas de Yura y de Sumbay (1)

Muy pocos datos existen sobre los yacimientos de hulla de Yura y Sumbay, pues todos ellos se reducen á la noticia que sobre la existencia de los primeros dió en 1855 el señor Mariano E. de Rivero, quien dice que en 1827, había observado una capa de carbón al Sur de la quebrada de los baños de Yura, a 9 leguas (45 km.) de Arequipa. Parece que se ha dado poca importancia á estos yacimientos y que ni siquiera se les ha reconocido, pero por la carencia del carbón originada por la actual guerra, tengo noticia de que se ha hecho un denuncio y que se proyecta explotarlos; de desear es, que estos trabajos tengan éxito, pues dada la proximidad de los yacimientos á la línea del ferrocarril, se habrá resuelto el problema de transporte que es la base de las explotaciones carboníferas.

Sobre el carbón de Sumbay, son también muy escasos los datos que se tienen: aflora en las márgenes de las quebradas por las que corre el río Sumbay, el que, unido al río Blanco, forman el Chili que pasando por Arequipa constituye después el rio Vítor que desagua en la bahía de Quilca.

Las muestras de este carbón fueron ensayadas por el señor Raimondi que obtuvo los siguientes resultados:

Materias	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5
Materias volátiles	21.30 %	6.80 %	15.00 %	8.2 %	15.20 %
Carbón fijo...........	60.30 ,,	63.20 ,,	73.00 ,,	82.4 ,,	35.80 ,,
Cenizas....	18.40 ,,	30.00 ,,	12.00 ,,	9.4 ,,	49.00 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.0 %	100.00 %

Como se vé, la muestra Nº 4 corresponde por su composición á una antracita de buena clase; dicho carbón proviene de un frente abierto sobre el manto, á 10 varas (8.40 m.) de profundidad.

[1[—M. E. de Rivero.—"El Perú". Tomo IV. Raimondi.

La diferencia en la proporción de las materias volátiles de las diferentes muestras que corresponden á un mismo yacimiento, originan dudas respecto á la clasificación de este carbón, y el señor Raymondi, refiriéndose á la muestra Nº 1 dice que: "sometido el combustible, á la acción del fuego en vaso cerrado, desprende un poco de gas de alumbrado, el que quema con llama bastante clara, y deja por residuo un coke ligeramente aglutinado, aunque se haya reducido previamente á polvo el carbón".

Por su proporción de materias volátiles, gas de alumbrado que desprende, y por producir coke aglutinado, lo clasificó como una transición entre las hullas secas y las grasas.

La fuerte proporción de cenizas en la muestra Nº 2 proviene de que el carbón que se ensayó estaba mezclado con arcilla endurecida y pizarra carbonosa, que no fué separada previamente al hacerse el ensaye; dicha muestra proviene de la galería abierta sobre el afloramiento del carbón á 5 varas (4.20 m.) de profundidad.

La muestra Nº 3 quemada en recipiente cerrado no dió gas de alumbrado, quemó con dificultad y produjo coke pulverulento. Finalmente la muestra Nº 5 que proviene de la misma galería con que se hizo el reconocimiento, pero de una profundidad de 13 varas (10.92 m.) aunque tiene 15.20 % de materias volátiles no dá gas de alumbrado.

La variedad de estos resultados para carbón del mismo yacimiento, llamó la atención del señor Raimondi, quien á este respecto dice: "Del resultado del análisis de estas muestras, se puede deducir, que el manto de carbón de Sumbay tiene bastante espesor; pero que las capas de carbón se hallan alternando con otras de arcilla carbonosa de estructura pizarroza. Pero lo más notable es la variada composición que tiene el combustible, á medida que se va profundizando: en una misma capa, las variedades desde la hulla casi grasa hasta la hulla seca y la antracita, Sin duda la cercanía de las rocas volcánicas es la causa principal de estos cambios, presentándose á cierta profundidad y más próxima á dichas rocas, la hulla que tiene pocas materias volátiles; y al contrario, en la superficie un combustible mucho más cargado de materias volátiles hidrogenadas y carbonadas".

En Arequipa, como en el resto de la República, no se ha dado á este problema de los combustibles, el verdadero valor que él tiene; por eso poseemos escasos datos sobre esa cuenca, que en mi concepto es que de gran importancia, por lo que me permito llamar la atención sobre ella, insinuando que sea una de las pri-

meras que debe estudiar y explorar mediantes sondajes, el Cuerpo de Ingenieros de Minas del Estado, y creo que esta cuenca es de gran importancia porque con la experiencia que tengo adquirida en el estudio de los yacimientos carboníferos del Norte de la República, puedo asegurar que los afloramientos que se observan en las márgenes de los ríos Majes y Sihuas en Camaná, Yura y Simbay en Arequipa, La Compuerta á orillas, de Lagunillas de Cachicaspana y Cabanillas en Lampa, Esquino á orillas del río Tambo y las Ubinas, Ichuña, Omate, Puquina y Carumas en Moquegua, hacen parte de una misma formación ó cuenca, como acontece en el Norte, debiéndose las soluciones de continuidad que se observan, á la acción erosiva de las aguas, y á la aparición de rocas eruptivas, razón por la que insisto en llamar la atención de los Poderes Públicos y de los industriales, acerca de la importantancia que en mi concepto tiene esta extensa región carbonífera.

Hulleras de Moquegua (1)

Bajo esta denominación describiré no sólo los yacimientos carboníferos de Ubinas, Ichuña, Puquina, Omate y Carumas, de que se ocupa el Ingeniero señor F. Alayza y Paz Soldán, que ha sido el primero en dar detalles sobre ellos, sino que también haré referencia á los datos suministrados por el señor Rivero, relativos al carbón de Esquino, y á los análisis que el señor Raimondi practicó sobre muestras procedentes de esta provincia.

El señor Rivero, se limitó á señalar la presencia del carbón en Esquino, que se halla sobre la margen izquierda del río Tambo, dentro del territorio de la provincia de Moquegua, en el camino de herradura que de esta ciudad conduce á Arequipa.

Algunos años después el sabio Raimondi, analizó las muestras de carbón provenientes del cerro Chaclaya en el distrito de Ichuña, y de los cerros cerca del pueblo de Carumas, pero solo suministra datos relativos á las condiciones físicas del carbón y á su composición, habiendo sido el Ingeniero señor F. Alayza y Paz Soldán quien se ha encargado de hacer conocer la constitución geológica de la región y las características de los yacimientos, al ocuparme de los cuales en el orden de su ubicación marchando de N. á S. me he de referir á los informes del citado señor Alayza y Paz Soldán.

---

[1]—"El Peru" Tomo IV. Raimondi
B. del C. de I. de M —Alayza Paz Soldán—M. E. de Rivero 1855.

Tratando del carbón de Ubinas, señala su presencia en Querola y en los alrededores del pueblo Pasa, donde las capas de carbón tienen 0.50 á 0.70 de potencia estando separadas por un nervio estéril (caballo) de 1.30 m. de espesor; tienen lijeras inclinaciónes, y ofrecen buen aspecto siendo consideradas como pertenecientes á la misma cuenca que los que afloran en Carumas ó Ichuña, que se hallan más al Sur. Estos yacimientos se encuentran interestratificados en una formación de areniscas y las capas de Querola, se han explotado en pequeña escala, para el tostado de los minerales de esa región. Según el señor Alayza y Paz Soldán, el ferrocarril que sirviera de base á la explotación de esta cuenca y á la de Ichuña sería tan costoso que las considera económicamente inexplotables.

Los yacimientos de Ichuña, son parte de los demás distritos carboneros de esta provincia, pero á juzgar por sus afloramientos tienen menor potencia, pero sí la ventaja de estar menos dislocados y ser más uniformes. El carbón, que ha sido clasificado como una hulla seca, aflora en tres capas de 0.40, 0.60 y 1. 10 metros en la quebrada de Pubaya y fué puesto en descubierto, por la acción erosiva de las aguas, siendo probable que existan otras capas inferiores, hallándose encajadas en arcillas pizarrozas y pizarras compactas.

En el distrito de Ichuña, se presentan afloramientos carboníferos de 0.40 á 0.70 metros encajados en pizarras arcillosas, en los cerros de Chaclaya á 7 leguas (35 km.) al E. de Ichuña en el camino á San Antonio de Esquilache, de los que distan 6 leguas (30 km.)

Los carbones de ambas localidades, responden á la siguiente composición, según los análisis sobre ellos practicados:

CARBÓN DE CHACLAYA

	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Raimondi
Materias volátiles.....	14.9 %	17.7 %	16.4 %	12.00 %
Carbón fijo...............	69.4 ,,	64.1 ,,	55.8 ,,	72.00 ,,
Cenizas.....	15.7 ,,	18.2 ,,	28.1 ,,	26.00 ,,
	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.00 %

Carbón de Pubaya

	No. 1	No. 2
Materias volátiles	20.3 %	14.6 %
Carbón fijo	75.4 ,,	77.1 ,,
Cenizas	4.3 ,,	8.3 ,,
	100.00 %	100.00%

Estos yacimientos requieren como condición indispensable la facilidad del transporte que es difícil darles tratándose de la distancia de 70 leguas (350 km.) que sería necesario recorrer para salir al mar.

Las capas carboníferas de Puquina se hallan á 5 y 7 leguas (25 y 35 km.) del pueblo del mismo nombre, y por los espesores de 0,05 m. á 0,20 m. que ofrecen en sus afloramientos no han sido aliciente para explotarlas ó reconocerlas.

En Omate, los afloramientos carboníferos con potencias variables entre 0.05 m. y 0.15 m. que se encuentran muy aislados, revelan la existencia de cuatro á seis capas de carbón, principalmente en las inmediaciones del caserío de Quistaquillas, pero la pequeña potencia que ofrecen, su calidad pizarrosa y los accidentes estatigráficos las hacen inexplotables.

Las capas carboníferas de Carumas, afloran sobre los flancos de las quebradas abiertas debido á la acción erosiva de las aguas, siendo las más conocidas las de la quebrada de Omaye á 7 km. al SO. de Carumas y las de la quebradita de Cambrun á 10 km. al O. de Chaclapa, que se presentan en número de 6, con potencias comprendidas entre 0.20 m. y 1.40 m. teniendo una dirección de NE. á SO, con inclinaciones variables entre 0 y 90° al SE., siendo difícil su apreciación exacta, no solo por lo dislocado que se presenta el terreno, sino también por la vegetación que lo recubre.

Los análisis practicados, por el señor Raimondi y sobre las muestras tomadas por la comisión de estudios presidida por el Ingeniero señor Alayza y Paz Soldán, acusan la siguiente composición:

	Mat. Volat.	Carbón fijo	Cenizas
Hulla grasa................	43.0 %	54.8 %	2.20 %
Id. id.	56.5 ,,	42.3 ,,	1.20 ,,
Id. id.	40.3 ,,	57.7 ,,	2.00 ,,
Id. id.	32.2 ,,	40.7 ,,	8.50 ,,
Hulla con pizarra.	42.9 ,,	27.4 ,,	29.70 ,,
Hulla seca....................	21.6 ,,	74.5 ,,	3.90 ,,
Antracita	12.6 ,,	84.0 ,,	3.40 ,,
Id.	13.2 ,,	82.6 ,,	4.20 ,,
Lignito fragmentario....	50.6 ,,	47.3 ,,	2.10 ,,

Como se vé, en este distrito se encuentran según el señor Alayza y Paz Soldán, lignitos, hullas y antracitas, todas de buena calidad, pues á excepción de la hulla con pizarra, que por provenir de los afloramientos tiene 29.7 % de cenizas, todas las demás, acusan proporciones comprendidas entre 1.2 y 8.5 %, siendo sensible que la distancia que separa á esta región de la costa, sea un obstáculo para el aprovechamiento de este combustible.

Carbón de Sama (1)

No existe más referencia sobre él, que la simple indicación que de su existencia hace el señor Mariano Eduardo de Rivero, al hacer conocer las diferentes localidades de nuestro territorio, en que se encontraba el carbón de piedra.

Probablemente, los afloramientos de carbón que se observan en Punta de Sama, no son sino la prolongación hacia la costa de los yacimientos que deben existir en la provincia de Tac-

[1]—Memorias Científicas. Rivero. 1855.

na, como una prolongación de las hullas de Moquegua, que como se ha visto, forman parte de la gran cuenca carbonífera que se extiende en la provincia de Moquegua y los departamentos de Arequipa y Puno.

Lo expuesto hace ver:

1º.—Que desde Tumbes, en el Norte, hasta Punta de Sama en el Sur, en una extensión de 14 grados geográficos, la vertiente occidental de nuestra cordillera y sus contrafuertes, ofrecen yacimientos de carbón, que salvo su edad geológica y las pequeñas lagunas originadas por la erosión de las aguas é irrupción de las rocas eruptivas, pueden considerarse como un yacimiento único y continuo, que se extiende á todo el largo de nuestro territorio.

2º - Que solo dos de las veinte regiones en que afloran las capas de carbón, Cupisnique y Ancos, tienen estudios completos y planos, siendo urgente practicar el estudio de las demás, completándolo con sus correspondientes planos y sondajes, que permitan tener una idea exacta sobre las condiciones de esos yacimientos y su contenido en carbón.

3º—Que de nuestros 20 yacimientos cisandinos, los lignitos de Tumbes y las hullas de Paracas avanzan hasta el mar, lo que es una gran ventaja; pues anulado así el transporte terrestre, se facilita la explotación de estos yacimientos, cuyos productos pueden ser directamente embarcados en los vapores que lleven el carbón á los diferentes centros de consumo; y

4º—Que aunque no se tienen datos completos ni exactos sobre el contenido de carbón de las veinte cuencas ó comarcas señaladas, la apreciación hecha sobre aquellas que lo han permitido, acusan el siguiente tonelaje:

Lignitos de Tumbes..............................	4.630.000.000	toneladas
Antracitas de Cupisnique........................	23.680.000	,,
Antracitas de Huayday........................	117.000.000	,,
Antracitas de Ancos............	4.000.000	,,
Hullas de Oyón..	250.000.000	,,
Antracitas de Checras...........................	992.550.000	,,
Hullas de Paracas....................................	9.700.731	,,
	6.027.930.731	toneladas

Lo que demuestra que solo *siete* de nuestras *veinte* comarcas carboníferas cisandinas, en que ha sido posible hacer una apreción aproximada del carbón que contienen, ofrecen la hermosa cifra de *6.027.930.731 toneladas.*

Y como en 1908 se tuvo el máximo de consumo de carbón en el Perú, que entre el producido é importado llegó á 505.000 toneladas, suponiendo un consumo diez veces mayor ó sea de 5.050.000 teneladas por año, el contenido de 6.027.030.731 de solo nuestras cuencas cubicadas de la costa, podrá atender á ese consumo, durante 1193 años ó sean casi *doce siglos.*

YACIMIENTOS TRASANDINOS

Hullas de Chachapoyas (1)

Muy generalizada se halla la idea de que en la parte oriental de nuestro territorio no existen yacimientos de carbón: probablemente, esto proviene de que, por la espesa vegetación de los bosques, los afloramientos no son visibles, y es sólo la casualidad, ó algunos derrumbes, los que algunas veces los ponen en descubierto; pero una prueba de la falta de fundamento de esta idea, ó de la indebida generalidad que se le ha dado, se tiene en el descubrimiento de capas de carbón en Huánuco, y más al norte en el departamento de Amazonas, de las que no se tiene más detalles que los que dá el sabio Raimondi, quien refiriéndose al carbón de Chachapoyas dice: "Este combustible se presenta en trozos color negro intenso, con lustre resinoso y fractura irregular. Es frágil pero no tiñe los dedos. Calcinado en recipiente cerrado, dá mucho gas de alumbrado, y se hincha dejando un coke esponjoso con brillo semi-metálico. Quemado completamente deja una ceniza parda, pero de aspecto particular, pues queda tan esponjosa como lana, apareciendo como formada de hilos entrelazados. Este combustible dió al ensayo:

Materias volátiles	43.50 %
Carbon fijo	35.00
Cenizas	21.50
	100.00 %

[1]—"El Perú" Tomo IV Raimondi.

"Proviene de una veta entre Molinopampa y Cheto, orilla del río Hualcalera, provincia de Chachapoyas. Algunos trozos de este carbón van acompañados de granos de cuarzo que se hallan embutidos en él".

El Ingeniero señor don José Balta, refiriéndose á estecombustible, en una nota en la misma obra de Raimondi dice: "Como la hulla no se presenta en vetas, lo probable es, que esta no sea tal, sino un hidro-carburo sólido".

El señor Raimondi, guiándose solo, por la composición química del combustible, y sin tomar en consideración sus caracteres físicos, ni la constitución geológica del yacimiento, ha incurrido en el mismo error que el Ingeniero señor E. I. Dueñas, cuando clasificó como hulla grasa, el combustible proveniente de la mina Lucha en la Oroya; y la opinión del Ingeniero señor Balta, de que debe tratarse de un hidrocarburo sólido, análogo á nuestras asfaltitas bituminosas de la región del Centro, en el departamento de Junín, es no solo aceptada,sino que estaría confirmada con el descubrimiento que se ha hecho últimamente, de yacimientos de petróleo, que tan íntima relacion tienen con las asfaltitas, en las salinas de Yuramarca, que se hallan al norte, sobre la misma vertiente oriental del río Marañón y no muy lejos de la región del río Huancalera,en que se encontró el combustible que el señor Raimondi clasificó como hulla grasa, cuando en realidad parece que se trata de una asfaltita bituminosa.

ANTRACITAS DE TAYAMAC (1)

Las primeras noticias dadas al público sobre los yacimientos de carbón de la provincia de Hualgayoc, se deben al Ingeniero señor Segundo Carrión, quien en 1888 en el informe que presentó á la Escuela de Ingenieros, en su condición de Ingeniero adscrito á ese asiento mineral, manifestaba que podría establecerse la fundición de Hualgayoc, usando como combustible la antracita ó hulla, de sus cercanías; y un año después, en 1889 al dar cuenta de los ensayes de fundición hechos en Arazcorgue, decía que había quedado demostrada la buena calidad de la hulla antracitosa, de la que existían numerosas y extensas capas en la hacienda Chala, y quebrada de Tayamac á 6 y 8 leguas (30 y 40 km.)de Arazcorgue.

[1]—B. del C. I. de M. No. 6—F. Málaga Santolalla.
B. del C. de I. de Minas No. 69—E. du Bois Lukis.
Inf. sobre el carbón de Yanacancha y Tayamac.—Cuadra.

El año 1894, el señor C. B. Jones (norteamericano) denunció varias pertenencias de carbón, en los cerros Pinapata, Tuco, Baños y otros de laregión de Tayamac, y constituyó en Filadelfia, un sindicato, denominado "Pacific Company", el que en 1895 mandó una comisión presidida por el Ingeniero civil Clinton Gadner, que estudió el trazo de un ferrocarril, que partiendo de la caleta de Chérrepe, llegara hasta las minas; también formaba parte de esa comisión, el geólogo especialista en carbón señor William Griffit, quien hizo un detenido estudio de la región y presentó un informe muy favorable sobre ella. Parecia que la construcción de ese ferrocarril iba á ejecutarse, pues la "Pacific Company", manifestaba tanto interés, que no solo estableció una oficina en Lima, sino que también tomó en arrendamiento el muelle de Pacasmayo, pero por causas que desconozco fracasó esta negociación.

En la hacienda Chala, que se halla al SE. del pueblo de Bambamarca, en la provincia de Hualgayoc, se encuentra la quebrada de Piñipata, cerca del caserío de Tayamac, por la que corre el río Llaucán, que es afluente occidental del río Marañón, paralelamente al que tiene su curso dentro de los terrenos de Chala, siendo hacia el N. donde converge para unírsele.

La acción erosiva de las aguas ha destruído un anticlinal cuyo eje pasando por el N. de Piñipata sigue el lecho del río Luccha ó Balsibamba, dejando sobre ambos flancos, barrancos verticales de gran altura, en los que se ve que el terreno se halla constituido por cuarcitas, sobre las que reposan calizas cretáceas, Interestratificados en las cuarcitas, se encuentran mantos de carbón que apoyándose sobre una arcilla negra, tienen por techo pizarras, entre las que se encuentran restos de plantas fósiles, clasificadas por el señor Steinmann como correspondientes á las pecopterisamites y coníferas pertenecientes al cretáceo inferior, siendo de observar que en las inmediaciones de las capas de carbón, los estratos de cuarcitas tienen potencias comprendidas entre 0.10 y 0.25 m. y que encima de estos, las estratos adquieren grandes espesores comprendidos entre 10 y 15 m.

Los mantos de carbón se observan sobre ambos flancos de la quebrada de Piñipata, pero donde se destacan más claramente es en la margen izquierda, que es donde se han hecho las exploraciones y donde se ha sacado el carbón (más ó menos 400 toneladas) con que se hicieron las pruebas de de fundición en Arazcorgue y Hualgayoc. En dicho lugar, en que el fondo de la quebrada tiene una altura de 2115 m. sobre el nivel del ma r,se observan a 18 m.

bre la quebrada la primera capa de carbon, 8.50 encima de la anterior una segunda capa, viene en seguida un gran lecho de cuarcitas de 210 m. de espesór, en el centro del que, por la aparición de estratas de 0.10 á 0,25 de potencia y otros indicios parece que existiera otra capa, que no ha sido descubierta; al término de ese gran paquete de 210 m. ó sea á 236.5 m. sobre el fondo de la quebrada, aparece otra capa de carbón y 16.6 m. encima de ella una última capa ó manto.

La 1ª capa ó sea la más baja tiene 1.70 de potencia; la 2ª, 0.90; la 3ª, 1.90 y 1.10 la 4ª: la estratificación corre de NO. á SE. y se hunde al SO. bajo un ángulo de 22° prestándose mucho el cerro para hacer la explotación del carbón por medio de galerías.

El carbón proveniente de estos mantos es de color negro gris, no tiñe la piel, es duro y compacto, quema con cierta dificultad, no decrepita por la acción del fuego, y tiene la siguiente composición:

	Humedad	Mat Volát	Carbón fijo	Cenizas
Capa Nº 1	3.25 %	4.25 %	85.00 %	7.50 %
,, ,, 2	3.33 ,,	5.67 ,,	74.20 ,,	16.80 ,,
,, ,, 3	7.70 ,,	10.40 ,,	73.10 ,,	8.60 ,,
,, ,, 4	15.50 ,,	38.90 ,,	36.75 ,,	8.85 ,,

Densidad media, 1.7.

Sobre la margen derecha de la quebrada existen otros mantos de carbón que pertenecen á la misma formación y forman parte del mismo anticlinal que los de lo márgen izquierda, pero teniendo inclinaciones opuestas pues buzan al NO. En el lugar denominado Falso Corral, se observa un manto de carbón puro de dos metros de potencia á una altura de 235 metros sobre el fondo de la quebrada, y 10 metros encima hay dos capas más de 0.30 metros de potencia, de carbón muy esquisitoso por la descomposición de la pizarra que lo acompaña, debido á la acción de los agentes atmosféricos.

El carbón del manto principal tiene la siguiente composición:

Humedad.................	9.15 %
Materias volátiles...	23.35 ,,
Carbón fijo..............	50.25 ,,
Cenizas....................	17.25 ,,
	100.00 %

Densidad, 1.82

La fuerte proporción de cenizas proviene de que la muestra fué tomada en los afloramientos, pero es indudable que esa proporción disminuirá cuando el carbón se tome á cierta profundidad.

A 3.5 kilómetros al N. de Falso Corral y sobre la misma margen derecha del río se encuentra el trapiche del Tuco, en cuyas inmediaciones también afloran los mantos de carbon, con una potencia de 1.60 metros y con la siguiente composición:

Humedad..................	5.50 %	3.35 %
Materias volátiles...	28.55 ,,	4.07 ,,
Carbón fijo..............	54.20 ,,	85.28 ,,
Cenizas.................	11.75 ,,	7.30 ,,
	100.00 %	100.00 %

Poder calorífico.......................	7640
Densidad	1.57
Azufre......................................	1.18 %

A 250 metros al sur de Tuco, se observan otros dos afloramientos de carbón: el uno de 0.30 metros y á 3.50 encima otro de 2 metros de potencia con la siguiente composición:

Humedad.................	12.50 %
Materias volátiles...	22.50 ,,
Carbón fijo...............	59.25 ,,
Cenizas.....................	5.75 ,,
	100.00 %

Densidad, 1.60

Como se vé, el carbón proveniente de esta zona, contiene mayor cantidad de materias volátiles, lo que probablemente se debe á que ha experimentado en menor proporción los efectos del metamorfismo local.

El señor Lukis, á cuyo informe me he referido, dice: "El yacimiento de Piñapata se puede decir que se extiende desde la quebrada de Colpa por el norte, hasta el camino de Huangamarca por el sur, ó sean 10 kilómetros; su anchura hacia el occidente no se puede limitar, pero como la formación de las areniscas se extiende lejos, por debajo de la caliza que cubre el cerro de Tayamac, aquella no puede ser menor de 10 kilómetros, ó algo más lejos que la parte más elevada del cerro, puesto. que las varias formaciones han conservado su horizontalidad perfectamente: conservándose las calizas sobrepuestas á las areniscas como antes del levantamiento de la cordillera".

"Si esta hipótesis es correcta, el yacimiento de Piñapata tiene una superficie de 100 kilómetros cuadrados, contiene 4 capas de combustible con 4.20 de carbón puro cuyo espesor va aumento; más adentro, su densidad es de 1.7 en término medio, de cuyos datos se puede estimar que el criadero de Piñapata, puede tener unos 700 millones de toneladas de antracita de buena calidad, pero se debe rebajar esta cifra hasta 500 millones, como la cantidad explotable, por cualquiera eventualidad en fallas ú otras dislocaciones de las capas. Ahora bien, si se ha estimado que la antracita explotable en los EE. UU. es hoy de 650 millones de toneladas ¿cuánto valor no tendría la antracita de Piñapata? Todavía tenemos todo el yacimiento que queda al Este y Sudoeste del río, entre Falso corral y las Vueltas, que puede permitir otro cálculo de varios millones de toneladas por ser muy extenso y no dudo también que si al este del río Succha se hicieran las exploraciones debidamente, se encontrarían grandes cuencas de antracita debajo de las areniscas que forman la base de la provincia de Celendín al E. del río Succha."

El mismo Ingeniero señor du Bois Lukis, dá los datos que le suministró el Ingeniero señor J. H. Wood sóbre los estudios para un ferrocarril que hizo por cuenta de la "Pacific Company".

Pacasmayo á Chilete...............	105.00 km.	construído
Chileta á Cajamarca..............	50.00 ,,	por hacer.
Cajamarca á Yanacancha......	40.00 ,,	,, ,,
Yanacancha á las Vueltas.......	60.00 ,,	,, ,,
Las Vueltos á Tuco................	45.00 ,,	,, ,,
	300.00 km.	

de los que existiendo 1C5 faltarían 195 por construir y calcula en S|. 10 el costo de la tonelada de carbón puesta en Pacasmayo, inclusive el trasporte, extracción, gastos generales etc.

LIGNITOS DE YANACANCHA (1)

Hace más ó menos 65 años que los señores Pedro y Benigno Villanueva, arrendatarios de la hacienda Yanacancha, propiedad del señor Juan B. Villanueva, buscando huacas descubrieron estos yacimientos de carbón, cuya importancia apreciaron desde el primer instante, por lo que propusieron la compra de la hacienda que no llegaron á obtener, y como en terrenos de Yanacancha á inmediaciones del río Chupicamayo, existía un ingenio de amalgamación, poco tiempo después se usó el carbón de Yanacancha en el tostado de los minerales y se comenzó también á llevarlo á Hualgayoc para las oficinas de esa localidad.

Sobre la vertiente oriental de la Cordillera, en el camino que de Cajamarca conduce á Bambamarca y Hualgayoc, en terrenos de la hacienda Yanacancha, á alturas comprendidas entre 3,800 y 4,000 metros sobre el nivel del mar, se encuentra una extensa altiplanicie conocida con el nombre de pampas de Jadibamba, que en la parte descubierta por los trabajos que se hacen en las minas de carbón, hace ver que está constituída por tufos volcánicos, cuya descomposición ha originado el kaolin sobre el que reposa el carbón qne tiene potencias comprendidas entre 0.50 m. y 4 metros siendo generalmente de 2 metros, el que tiene por lecho otra capa de kaolin de 0.30 metros sobre el que reposa una capa de tufo volcánico descompuesto, de más ó menos 1 m. de potencia y sobre esto 0.50 metros de tierra vegetal.

Los cerros que rodean la pampa están constituídos por cuarcitas subordinadas á estratos de caliza que, por el fósil Exagira encontrado por el Ingeniero señor Lukis, han sido clasificadas como pertenecientes al cretáceo superior.

El carbón de este yacimiento no se presenta compacto sino dividido en tres subcapas, por delgados lechos de Kaolin, coloreados en parte por el óxido de fierro. Aunque por su composición se le ha considerado por mucho tiempo como una hulla seca fundándose en la clasificación que de ella hizo el señor Raimondi, en realidad se trata de un lignito.

---

[1]—B. del C. de I. de M. No. 31—F. Málaga Santolalla.

B. del C. de I. de M. No. 69—E. du Bois Lukis—Inf. s. Hualgayoc. A. Bentzon.

Inf. sobre el carbón de Yanacancha y Tayamac.—A Cuadra.

Al ocuparse de éste, el señor Raimondi indica que "es de color negro pero no muy intenso, y con lustre apagado; su estructura sin ser lamelar tampoco es compacta, la fractura es irregular, y se fragmenta por el choque; calcinado en recipiente cerrado desprende regular cantidad de gas de alumbrado; quema con llama clara, no se funde ni se hincha y deja un coke que tiene el aspecto y volúmen del carbón.

El análisis practicado par el señor Raimondi, sobre carbón de este yacimiento, en que no se indica la mina de que procede, acusó la siguiente composición:

Humedad.................	17.50 %
Materias volátiles...	22.00 ,,
Carbón fijo...............	46.80 ,,
Cenizas.....................	13.70 ,,
	100.00 %

El señor Lukis que es quien más detenidameute ha estudiado esta región, suministra los siguientes datos sobre las diferentes minas que reconoció.

La mina Vieja se encuentra en la parte más alta de la región al SE. de las ruinas incaicas á 4166 metros sobre el nivel del mar: alli se encontró un manto que en la parte descubierta de él, pues no se había llegado á su muro, tenía 3.5 metros de potencia, y con una dirección de E. á O. se hunde 20° al S. "Es probable, que este manto no sea el mismo que aflora en la quebrada, á 1 km. detrás del cerro donde hay otras minas en trabajo, pero es probable que 60 ó 100 metros más abajo se encuentre el manto paralelo á la mina Vieja. Cuarenta metros debajo de la mina Vieja hay otra que es más antigua y que se halla sobre otra capa de carbón".

A un kilómetro de la mina Vieja, se hallan sobre una quebrada próxima á la casa hacienda, las minas La Esperanza ó Sinsipampa, donde el carbón tiene 1.60 m. de potencia, encontrándose encima otra capa de 1.40 metros que parece que es una superposición de la anterior, por un plegamiento del terreno

Descendiendo por la quebrada se halla á poca distancia la mina Pedregal, denominada asi por la gran cantidad de troncos de madera fósil que allí hay, pues alcanza espesores de 1.30 á 1.50 que con interposición de una capa de arena de 1.50 metros, reposan sobre una capa de carbón.

Siempre descendiendo por la quebrada se encuentra la mina Purísima, á 3866 metros sobre el nivel del mar, trabajada á cielo abierto por una excavación de 80 m. de largo, con anchos comprendidos entre 10 y 30 metros, y según el señor Lukis, se trata de un plegamiento, pues dice que la capa ha sido empujada en parte hasta doblarse sobre si misma.

El carbón de todos estos yacimientos no es igualmente puro, pues se presentan nervios ó huesos: así en la Esperanza sobre 3.58 metros, 3 corresponden al carbón y 0.58 al hueso, en la Purísima, sobre 4.25 metros, de potencia, 2.10 metros son de carbón, y 2.15 metros de hueso. Cierto es que ese hueso que es una arcilla muy bituminosa también arde, pero dejando una fuerte proporción de cenizas, y como ese hueso no se separa del carbón al mandarlo á los ingenios, se tiene en éstos un combustible de inferior calidad que el que podían disponer.

El precio de la extracción del carbón es de S|. 1.63 tonelada, que incluyendo su trasporte á las oficinas de Hualgayoc, á lomo de mula, da el precio de S|. 10.54 á que se vende.

Los análisis practicados sobre el carbón proveniente de las diferentes minas, dan para este la siguiente composición:

	Mina Vieja	Mina Vieja más antigua	Esperanza	Purísima
Humedad	4.00 %	10.00 %	11.65 %	5.50 %
Materias volátiles	31.80 ,,	37.75 ,,	25.34 ,,	28.75 ,,
Carbón fijo	34.20 ,,	38.75 ,,	49.34 ,,	54.20 ,,
Cenizas	30.00 ,,	13.50 ,,	13.66 ,,	16.75 ,,
	100.00 %	100.00 %	99.99 %	100.00 %
Potencia	3.50 m.	2 m.	3 m.	2.10 m
Densidad	1.47	1.46	1.35	1.57

Siguiendo el camino que de Yanacancha va á Bambamarca, en el lugar llamado las Vueltas, al Norte de Yanacancha, se observa que el terreno se halla muy plegado, y en él hay una capa de car-

bón cuyo afloramiento es casi vertical, y tiene 1,70 de potencia. El análisis practicado sobre una muestra de este carbón, arroja la siguiente composición.

Humedad...............	10.15 %
Materias volátiles..	23.35 ,,
Carbón fijo...........	56.15 ,,
Cenizas..................	10.35 ,,
	100.00 %
Densidad................	1.53

Comparando el análisis que precede con los de los carbones de Tayamac y los de la Purísima y la Esperanza de Yanacancha, se ve que el carbón de las Vueltas, por la proporción de sus materias volátiles, carbón fijo, cenizas y principalmente por su densidad, se asemeja más á los lignitos de Yanacancha que á las antracitas de Tayamac, entre las que se les ha considerado.

En Yanacancha se han ubicado 22 pertenencias sobre los mantos de carbón reconocidos y á falta de datos sobre exploraciones que como indica el Ingeniero señor Lukis, deben hacerse por medio de sondajes, tomando como base la superficie de 88 hectáreas y solo 2 m. para la potencia de los mantos, no obstante de que Esperanza tiene 3 m, y la mina Vieja 3.50; y como la densidad media que tiene este lignito es de 1,46, se tendrá que las minas conocidas en Yanacancha tienen uu contenido de:

$$88.000 \times 2 \times 1.46 = 2.569.600$$

Como se ha visto en el capitulo precedente que trata de Tayamac, el trazo del ferrocarril que estudió el ingeniero J. H. Wood por cuenta de la Pacific Company, pasa por los yacimientos de lignitos de Yanacancha, con el siguiente recorrido:

Pacasmayo á Chilete......	105.00 km.
Chilete á Ingamesa,........	50.00 ,,
Ingamesa á Yanacancha.	40.00 ,,
	195.00 km,

y como los 105 km. entre Pacasmayo están expeditos, bastará construír 90 km. de ferrocarril, para trasportar á la costa los lignitos de Yanacancha, que como se ha visto corresponden á un carbón de buena calidad.

Esta apreciación sobre el contenido del lignito de los yacimientos de Yanacancha, se refiere sólo á las 22 pertenencias que se han ubicado en la zona donde se ha comprobado la presencia del carbón, pero podrá formarse concepto de la importancia de la región, si se considera que por el N. se extiende hasta las Vueltas, como lo comprueban su composición, en una longitud de 12 km. sin que puedan señalarse sus límites por el Sur por falta de trabajos de exploración y porque en Masbacate, ya no es lignito el carbón que se presenta, sino una antracita.

Tanto en Jadibamba, como en las Vueltas, los afloramientos de los mantos de carbón se hallan quemados y esto, que algunos atribuyen á haberse propagado á ellos fuego de la paja (pasto) que en determinadas épocas del año acostumbran quemar para que se reproduzca mejor, se debe probablemente á un fenómeno químico originado por el calor que desarrolla la pirita de fierro al oxidarse y transformarse en sulfato; y como los lignitos tienen una fuerte proporción de materias volátiles y son fácilmente combustibles, se propaga fácilmente la combustión con el viento y se extingue á determinada profundidad cuando la circulación del aire se dificulta.

ANTRACITAS DE CELENDÍN (1)

Bajo esta denominación me ocuparé de los yacimientos del Punre y de Mashacate que son los únicos conocidos en esta provincia; hallándose ambos ubicados en el distrito de Sorochuco, que por su constitución geológica es también el único en el que es posible la existencia de estos yacimientos, pues el territorio de los demás distritos está constituído por rocas eruptivas.

No se tienen datos acerca de la historia de estos yacimientos, que han sido conocidos [desde tiempo inmemorial, pues sus afloramientos denuncian su existencia.

El río Zendamal, en la región de Mashacate de la hacienda Jerez, que ha excavado su lecho sobre el eje de un anticlinal, ha puesto en descubierto grandes barrancos que hacen ver, que el terreno está constituído en su parte inferior por un conglomerado de cuarcita sobre la que reposan estratos de arenisca metamórfica (cuarcitas que el señor Lukis cree neocomicas ó jurasicas,

[1]—B. del C. de I. de Minas No. 32—F Málaga Santolalla.
B. del C. de I. de Minas No. 69—du Bois Lukis.

por un ammonite allí encontrado) y sobre estas, una roca calcárea, interestratificada en las cuarcitas y sirviendo de techo y muro á tres capas de carbón, se encuentran pizarras esquistosas de color negro, muy deleznables, que se esfolian en pequeñas láminas. Un pequeño lecho de arcilla, teñido en parte de rojo por la presencia del óxido de hierro, separa las areniscas de las pizarras.

Las tres capas de carbón que afloran á orillas del río Zendamal en Mashacate, tienen entre sí una equidistancia de 10 metros y son de 1 metro de potencia las dos inferiores y de dos metros la superior, hallándose la más baja a 100 metros sobre la quebrada, cuya altura sobre el nivel del mar es de 1810 metros.

El Zendamal, hace ver que la estratificación tiene la dirección general de NO. á SE. y que en la margen derecha se hunde 30° al SO. y en la margen izquierda hacia el NE.

Como no se han hecho trabajos de reconocimiento sobre estos mantos de carbón, las muestras de él provienen de los afloramientos, que por la acción de los agentes atmosféricos, se encuentran sueltos, deleznables y mezclados con los esquistos pizarrosos; y los análisis que se han practicado acusan la siguiente composicion:

Humedad..................	3.38 %	3.74 %
Materias volátiles...	6.00 ,,	9.73 ,,
Carbón fijo..............	76.54 ,,	76.03 ,,
Cenizas....................	23.08 ,,	10.50 ,,
	100.00 %	100.00 %

A más ó menos 15 kilómetros al Sur de Mashacate, se encuentra la región del Punre, donde también afloran mantos carboníferos que teniendo pizarras por techo y muro se hallan interestratificados en las cuarcitas, observándose en el cerro el Lago donde los estratos corren de Este á Oeste hundiéndose 60° al N. que un manto de carbón ha sido cruzado por el filón Mercedes que con una dirección NO. á SE. se hunde 70° al Norte y que en el cerro Luchacolpana, hay otro filón que corta una capa de carbón casi horizontal.

El carbón del Punre es negro lustroso de estructura fibrosa, muy duro y compacto, de grandes trozos sin producir menudo; no tiñe la mano.

El carbón tiene una potencia comprendida entre 1 y 1.50 metros. En la mina Lago, es de 1.20 de carbón limpio y los siguientes análisis hacen conocer su composición:

	Raimondi	Lukis
Humedad..............		2.74 %
Materias volátiles..	8.00 %	7.72 ,,
Carbón fijo...........	82.40 ,,	69.98 ,,
Cenizas.................	9.60 ,,	19,56 ,,
	100.00 %	100.00 %

Cuando en 1905 estudié las provincias de Cajamarca y Celendín, tenía el concepto equivocado de que los lignitos de Yanacancha eran hullas y relacionaba esa formación con las antracitas de Mashacate y el Punre, atribuyendo á estas el mismo origen que á aquellas y tratando de explicar su diferente clasificación por la destilación de las materias volátiles originadas por las rocas eruptivas que tanto se extienden en la provincia de Celendin, pero hoy mejor informado, y convengo en que el carbón de Yanacancha corresponde á la clasificación de los lignitos, siendo de más reciente formación que las de las antracitas.

HULLAS DE CAJAMARCA (1)

Tampoco se tienen datos sobre la historia de estos yacimientos. Cuando en 1905 describía los yacimientos carboníferos de esta provincia, señalé la presencia de sus afloramientos en la Shicuana, Yumagual, Chotén, Cochamarca y Sunchubamba, haciendo ver que ellos se hallaban interestratificados en las areniscas con pizarras que le servían de techo y muro. Cuatro años después fueron reconocidos estos mismos yacimientos por el ingeniero señor Lukis, quien refiriéndose á los afloramientos de la Shicuana, los llama Hualanga, que es el cerro inmediato y al que también pasan los mantos de carbón.

---

[1]—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No 31—F. Málaga Santolalla.

Boletín del C. de I. de M. No 69—Du Bois Lukis

"El Perú" Tomo IV—Raimondi

La estratificación corre en Cajamarca, como en Contumazá y el Punre de Este á Oeste; y en el Cerro Hualanga, tiene una inclinación de 45° al Sur; el terreno aquí se halla muy dislocado y el carbón, cuya potencia es de 1 metro, tiene la siguiente composición:

Humedad	8.49 %
Materias volátiles	19.96 ,,
Carbón fijo	62.15 ,,
Cenizas	9.20 ,,
	100.00 %

El señor Lukis señala también la presencia de otro afloramiento (que probablemente corresponde al de la misma capa de Hualanca ó de la Shicuana) en Pariamarca, al Sur de Cajamarca y en Yumagual, pero no da más detalles sobre ellas. Finalmente se ocupa del carbon de San Marcos que es el que yo designaba con el nombre de Cochamarca, que es una hacienda próxima y da para él, la siguiente composición:

Humedad	6.82 %
Materias volátiles	19.87 ,,
Carbón fijo	65.91 ,,
Cenizas	7.40 ,,
	100.00 %

El señor Raymondi en su obra "El Perú", tomo VI, da los siguientes análisis para carbones procedentes de Cajamarca:

	Peña Blanca	Carricillo
Materias volátiles	24.50 %	15.20 %
Carbón fijo	54.80 ,,	55.40 ,,
Cenizas	20.70 ,,	29.40 ,,
	100.00 %	100.00 %

No se de qué localidades pueda provenir este carbón, pues siendo yo cajamarquino y conociendo bien la localidad, debo declarar que en la provincia no existen cerros con esos nombres, lo que me hace creer, que informaron mal al señor Raymondi sobre la procedencia de esas muestras.

ANTRACITAS DE CAJABAMBA (1)

Encajados en pizarras que se hallan interestratificadas en las cuarcitas de la formación sedimentaria de la provincia, se encuentran mantos de carbón que siguen las inflexiones del terreno, asi es que sus afloramientos se ven en los barrancos que se hallan á ambas margenes del río Condebamba y de sus afluentes, siendo visible sobre la margen derecha principalmente en Ingasamana (hacienda Hualanga) en Mitopampa (inmediaciones de Cajabamba) en Yanayacu en el camino á Huamachuco, y en la margen izquierda en la Lucmilla (hacienda Chimin) y en Cañaris (hacienda Corralpampa). Dichos afloramientos siguen la dirección general de la estratificación que corre de NO. á SE, y se hunde con ángulos comprendidos entre 15 y 45º al NE. en la margen derecha y al SO. en la izquierda, tienen potencias comprendidas entre 0.50 y 0.80 metros, el carbón es deleznable y suelto hasta cierta profundidad en la Lucmilla y Cañaris, y tiene la siguiente composición:

Humedad	3.10 %
Materias volátiles...	19.56 ,,
Carbón fijo.............	57.34 ,,
Cenizas...................	20.00 ,,
	100.00 %

Poder calorífico, 6629 calorías.

El carbón que se encuentra sobre la margen derecha del Condebamba también es suelto, por lo muy dislocado que se encuentra el terreno, pero en la provincia de Huamachuco, muy cerca de Yanayacu que es el lindero de la de Cajabamba, se encuentra ya carbón duro, compacto, de espléndidad calidad. El carbón de Yanayacu tiene la siguiente composición:

Humedad...............	4.30 %
Materias volátiles..	6.80 ,,
Carbón fijo............	83.74 ,,
Cenizas...................	5.16 ,,
	100.00 %

Poder calorífico 7708 calorías.

[1]—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas No 19—F. Málaga Santolalla

Boletín del C. de I. de M. No 69—E. du Bois Lukis.

El carbón de Cajabamba por su pequeña potencia y lo deleznable ó suelto que es, no tiene gran valor industrial, pero puede servir para satisfacer las necesidades del consumo local, pues mezclado con un 10 % de arcilla plástica, forma panes ó bolas, y si bien aumenta en esa poporción sus cenizas, quema bastante bien.

El señor Ingeniero Lukis, que reconoció esa provincia en 1909 señala las minas de carbón de Olivo como pertenecientes á la provincia de Cajabamba, siendo así que pertenecen á la de Huamachuco.

ANTRACITAS DE HUAMACHUCO (1)

Las capas de carbón que se observan en esta provincia han sido descubiertas por sus afloramientos que son visibles en diferentes lugares, principalmente en los flancos de las quebradas. Los primeros que han usado el carbón han sido los herreros, y después se le ha aplicado en el tostado y fundición de los minerales, en la hacienda Araqueda, y para el tostado, en el Ingenio de los Andes que se halla en Yamobamba á 7 km. al S. de Huamachuco.

El Ingeniero señor Esteban Delson, fué el primer técnico que estudió los yacimientos de carbón de Huamachuco, el año 1878, y al referirse á ellos dice "hay más carbón en la provincia de Huamachuco, de lo que todo el Perú puede consumir en mil años". Después en 1907 hice un estudio de esta región que posteriormente fué reconocida por el Ingeniero señor Lukis.

La región del Olivo está constituida por cuarcitas que corren de NO. á SE., pero siguiendo hacia el Sur, se observa que, reposando sobre esa cuarcita se encuentra estratos de caliza que han sido clasificados como cretáceos por los fósiles que contienen. Los estratos del terreno buzan una veces al NE. y otras al SO., según el flanco del anticlinal á que corresponden.

Aunque los afloramientos carboníferos pueden recorrerse en gran extensión, solo me ocuparé de aquellos en que se ha extraído carbón, los que siguiendo del N. á S. tienen el siguiente orden, Olivo, Sanagoren, Sayaporco y el Volcán.

---

[1] Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas—Málaga Santolalla
Boletín del C. de I. de M. No 69—E. du Bois Lukis.
Anales de la E. de I. de C. C. y de Minas—Tomo I.—E. Delson.

La región del Olivo está situada entre el rio Huamachuco ó Condebamba, á 2520 metros sobre el nivel del mar, y la quebrada que baja de Carabamba. Existen tres capas de carbón que horizontalmente distan 200 metros la primera de la segunda y 400 metros la segunda de la tercera, la que por un plegamiento del terreno ha sido doblada en U con una distancia de 260 metros entre sus piernas que tienen inclinaciones contrarias; pues mientras que el buzamiento de las tres capas es hacia el E., el de la tercera que se ha plegado buza al O. Dichas capas, tienen potencias comprendidas entre 1 y 2 metros; el carbón que producen es negro brillante, duro, compacto y los análisis practicados acusan la siguiente composición:

	No 1	No 2	No 3
Humedad	2.55 %	3.15 %	3.00 %
Materias volátiles........	3.91 ,,	3.45 ,,	3.65 ,,
Carbón fijo..................	88.97 ,,	86.72 ,,	84.31 ,,
Cenizas.........................	4.57 ,,	6.59 ,,	9.04 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %

Azufre.............................. 0.70 %

Poder calorífico............ 7874 calorías,

El pueblo de Sanagorán se halla á 15 km. de Huamachuco y á 2745 metros sobre el nivel del mar. En las inmediaciones del pueblo se ven sobre los barrancos de las quebradas, afloramientos carboníferos, en los que el carbón que se extrae es suelto y deleznable debido á la acción de los agentes atmosféricos, teniendo la siguiente composición:

	No 1	No 2
Humedad...	6.41 %	4.18 %
Materias volátiles........	1.11 ,,	11.66 ,,
Carbón fijo........	78.54 ,,	16.83 ,,
Cenizas........	13.94 ,,	67.33 ,,
	100.00 %	100.00 %

El afloramiento Nº 1 tiene un metro y el Nº 2 tres metros de potencia, pero se halla muy mezclado con pizarra.

En el cerro Sayaporco que está 6 km. al E. de Huamachuco y á 3526 metros sobre el nivel del mar, se observa el afloramiento de un manto de carbón que conserva la dirección de NO. á SE. y tiene la región carbonífera del Olivo cuya cuenca pertenece, el que se hunde al NE: y tiene potencia comprendida entre 1.50 y 2 metros. El carbón que es de muy buena calidad, es el que usan los herreros de Huamachuco teniendo la siguiente composición:

Humedad..............	3.11 %
Materias volátiles.	4.00 ,,
Carbón fijo...........	61.99 ,,
Cenizas..................	10.90 ,,
	100.00 %

Como la región de Sayaporco, forma parte de la cuenca del Olivo, la prolongación Sur de la que es, habiendo tres capas reconocidas en el Olivo: es probable que ellas subsistan en Sapaporco no habiéndose descubierto aún, por la menor profundidad que tiene la quebrada.

Finalmente en los cerros que forman la base del nevado de Huaylillas, á más ó menos 6 km. al SE. de Huamachuco y á 3700 metros sobre el mar, se encuentran los afloramientos de la mina de carbón "El Volcán" en que la estratificación

de cuarcitas corre con rumbo S. 10º E. hundiéndose al E. bajo un ángulo de 70º; el carbón no solo tiene por techo y muro pizarras, sino que también alterna con ellas, alcanzando una potencia de 3.50 metros. Una muestra ha acusado la siguiente composición:

Humedad...............	4.90 %
Materias volátiles.	13.03 ,,
Carbón fijo.....	14.48 ,,
Cenizas..................	66.59 ,,
	100.00 %

Debido á la fuerte proporción de pizarra descompuesta con que está mezclado, este carbón dá, como se vé, una elevada pro_ proporción de cenizas.

Refiriéndome á la cuenca carbonífera de esta provincia, decía, en 1907 "Los yacimientos carboníferos se extienden en Huamachuco, tanto como las areniscas, fundándose esta aseveración, así en la naturaleza y extensión de los yacimientos sedimentarios cuanto en los hechos observados; pues son innumerables los lugares en esta provincia donde pueden señalarse los afloramientos carboníferos, pues casi siempre es descubierto el carbón por los barrancos que constituyen las márgenes de las quebradas, debidas á fenómenos erosivos. Esta teoría sobre la unidad de la formación carbonífera en Huamachuco, acepta una generalización aún mayor, pues puede relacionársele á las hoyas carboníferas de las vecinas provincias de Cajatambo, Otuzco y Santiago de Chuco, que hacen parte de la gran formación que extendiéndose por el N. de la República abarca la mayoría del territorio de los departamentos de Cajamarca, Libertad y Ancachs, donde he tenido la oportunidad de estudiarla".

ANTRACITAS DE SANTIAGO DE CHUCO (1)

Cuando el territorio de la actual provincia de Santiago de Chuco formaba parte de la de Huamachuco, el señor Ingeniero Esteban Delsol, fué el primero que en 1878, dió noticias de los yacimientos carboníferos de Cayacuyan y Llaray que después en 1895, fueron estudiados por el geólogo americano señor W. Griffit que formaba parte de la comisión enviada á estudiar el carbón de

---

[1]—Anales de la E. de I. de C.C. y de M. Tomo I—E Delsol. B. del C. de I. de M. No 46—F. Málaga Santolalla.

Hualgayoc, por la Pacific Company, y finalmente en 1906, hice un reconocimiento de ellos, consignando los datos que les respectan en el Boletín No. 46 del Cuerpo de Ingenieros de Minas.

No se tienen datos sobre la época en que fueron descubiertos y comenzó á aprovecharse del carbón que aflora en diferentes lugares de la provincia: probablemente sus primeras aplicaciones industriales datan del año 1880, en que el señor Luis Albretch estableció en Quiruvilca, unas calderas á vapor, para los diferentes usos de la oficina de amalgamación en tinas americanas, pero es á partir de 1891 que comenzaron á construirse oficinas de lixiviación cuando el interés por las minas de carbón tomó más desarrollo.

En Santiago como en Huamachuco, los yacimientos carboníferos se extienden tanto como la formación de las areniscas y cuarcitas, y es así que sus afloramientos se observan en casi todos los flancos de las quebrada, pero como sólo se ha extraído carbón de determinadas regiones, me concretaré á dar datos sobre estas, que de NO. á SE. tienen las siguientes ubicaciones: La Victoria, Callacuyán, Chasamuday, Llaray, Chamana, Tamboras y Angasmarca.

El carbón obtenido en estas localidades es una antracita dura, compacta, de color negro brillante, de estructura irregular, y no mancha la piel, quema con cierta dificultad, pero bien bajo la acción de fuelle ó chimenea; en los afloramientos donde ha sufrido la acción de la interperie es esquistoso y deleznable, pero á poca profundidad duro y compacto,

En Dansanacruz, á 9 km. al N. del Quiruvilca, se encuentra un divortium aquarum en la cordillera occidental de los Andes donde se ve que mientras las aguas de la laguna de Callacuyán, sirven de origen al río Moche ó Santa Catalina, las de otra laguna que dista menos de 1 km. hacia el E. dan origen al río Llaray, que unido á otros constituye el río de Santiago, que uniéndose al de Tablachaca ó Chuquicara primero y al de Huaylas después, forman el río Santa. Atravesando esa cordillera y los ríos indicados, se observa un paquete de cuarcitas que, con interposición de pizarras que sirven de techo y muro interestratifican cinco mantos de carbón, que corriendo de NO. á SE, se hunden con ángulos comprendidos éntre 60º y 90º unas unas veces al NE. y otras al SO., según el flanco del anticlinal á que corresponden. Esos mantos que tienen potencias comprendidas entre 1 y 8 metros se hallan separados entre sí, por estratos de pizarra y arenisca cuyo espesor varía de 40 á 60 metros.

En la Victoria, ubicada en la hacienda de Canibamba, solo hay visible el afloramiento vertical de una capa, con potencia comprendida entre 1 y 1.50 metros y con la siguiente composición:

Humedad..............	3.45 %
Materias voiásiles..	2.45 ,,
Carbón fijo...........	89.61 ,,
Cenizas................	4.49 ,,
	100.00 %

A 10 km. de la Victoria sobre una formacion no interrumpida de cuarcitas se encuentra Callacuyán, donde hay 2 capas principales de 5 y 8 metros de potencia y tres de 1 metro cada una que tienen la siguiente composición:

	RAIMONDI	ESCUELA DE INGENIEROS	
		No. 1	No. 2
Humedad			0.15 %
Materias volátiles........	7.50 %	5.67 %	4.45 ,,
Carbón fijo..................	87.00 ,,	92.39 ,,	92.55 ,,
Cenizas	5.00 ,,	1.94 ,,	2.85 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico..............................		7693	7798
Azúfre..			11.68

Siguiendo al SE. á 4 km. de Callacuyán (14 km. de la Victoria) se encuentra Chasamuday donde el carbón responde al siguiente análisis:

Humedad..............	4.09 %
Materias volátiles.	2.61 ,,
Carbón.................	87.25 ,,
Cenizas................	6.05 ,,
	100.00 %
Poder calorífico......	7553 calorías
Azufre....................	0.78 %

A 19 km. de Chasamuday, en Llaray, y á 24 km., en el Hospital, se observan nuevamente los afloramientos carboníferos, de donde se ha extraído el carbón para el tostado de los minerales en Llaray y Paybal y como aquí se presenta un gran macizo de andesitas que se extienden por Santiago y Cachicadán, solo en Chamana, en las alturas de Cachicadan aparecen nuevamente las cuarcitas que encierran también un manto de carbón de 3 metros de potencia casi horizontal, que tiene la siguiente composición:

Humedad...............	2.85	%
Materias volátiles..	4.05	,,
Carbón fijo...........	89.95	,,
Cenizas..................	3.15	,,
	100.00	%
Poder calorífico......	7975	calorías
Azufre.....................	0.70	%

En Tamboras á 10 km. de Chamana, en el cerro Campana se observan nuevos afloramientos de carbón el que se halla muy mezclado con la pizarra y forma el techo, es deleznable, y contiene:

Humedad..............	2.90	%
Materias volátiles	12.80	,,
Carbón fijo...........	35.28	,,
Cenizas................	49.02	,,
	100.00	%
Poder calorífico....	4454	calorías
Azufre..................	4.64	%

Finalmente en Angasmarca cerca de la casa hacienda, en el cerro La Peña de Carbón, se observan 5 afloramientos con potencias comprendidas entre 1 y 4 metros, donde el carbón tiene la siguiente composición:

Humedad.............	5.60	%
Materias volátiles	5.20	,,
Carbón fijo...........	83.70	,,
Cenizas	5.50	,,
	100.00	%
Poder calorífico......	6966	calorías.

La formación carbonífera continúa ofreciendo afloramientos visibles por el S. en Tulpo, Mollepata y saliendo de los límites de la provincia en el lugar llamado Potrero en Pallasca, y por el SE. esos afloramientos aparecen nuevamente en Conchucos que también pertenece á Pallasca. Obsérvase que desde la Victoria hasta el Hospital, en una extensión de 38 km., la formación carbonífera es continuada, sin más soluciones de continuidad que las que ofrecen las quebradas debidas á la erosión de las aguas.

El Ingeniero señor Fernando C. Fuchs, asigna á esta cuenca un contenido de 288.000.000 de toneladas.

ANTRACITAS DE PALLASCA Y CONCHUCOS (1)

Muy pocos son los datos que se tienen sobre los yacimientos de carbón que afloran hacia el N. de la provincia de Pallasca y que se hallan ubicados en el distrito de este nombre (mina Potrero) y en el de Conchucos. Dichos afloramientos se observan sobre ambas márgenes del río Tablachaca ó Chuquicara y del río de Conchucos y salvo la porción comprendida entre los ríos Tablachaca y Santiago (Mollepata) que pertenecen á la provincia de Santiago de Chuco, el resto corresponde á Pallasca.

Saliendo de los linderos de la provincia de Pallasca, los yacimientos de carbón se extienden por el E. en la provincia de Pomabamba, y dentro de dichos linderos, las regiones de Ancos y río Santa (ya descritas entre los yacimientos cisandinos) pertenecen á esta cuenca.

Las capas de carbón que tienen por techo y muro estratos de pizarras se hallan interestratificadas en las cuarcitas que corren de N. 10º O á S. 10º E. hundiéndose en sentido opuesto según sea la pierna del anticlinal á que corresponden.

El señor Raimondi clasifica el carbón de Potrero como hulla seca y refiriéndose á ella manifiesta que es de estructura lamelar; color negro que tira poco al gris, de brillo semi-metálico; tiñe la piel, quema difícilmente, pero muy bien bajo la acción de un fuelle ó chimenea y su composición corresponde á:

(1)—El Departamento de Ancachs—Raimondi. 187-

	No. 1	No. 2
Materias volátiles..............................	12.80 %	15.50 %
Carbón fijo..............................	80.00 ,,	79.50 ,,
Cenizas..............................	7.20 ,,	5.00 ,,
	100.00 %	100.00 %
Poder calorifico............	....	6950
Densidad..............................	1.750	

El análisis del Nº 2 me ha sido suministrado por el señor Agustín Arias, actual propietario de esta mina, cuyo carbón emplea para la fundición de los minerales de Magistral.

HULLA SECA DE ANDAYMACYO Y YURABILCA EN POMABAMBA (1)

Son también muy escasas las referencias que se tienen sobre estos yacimientos, pues todo lo que de ellos se sabe, se debe al señor Raimondi, quien refiriéndose al carbón que se encuentra en la hacienda Andaymacyo, lo ubica en el cerro Condorhuarin, lo clasifica como hulla seca, y manifiesta que se presenta en grandes trozos de color negro muy brillante, que no mancha la piel, es de estructura lamelar, fractura irregular, muy duro y de buena calidad que calentado en recipiente cerrado, desprende una cierta cantidad de gas combustible que no alumbra, y deja un coke pulverulento y brillante. Quemado al aire libre, arde con poca llama, no produce humo y deja pequeña cantidad de cenizas de color rosado; su composición corresponde al siguiente análisis:

Materias volátiles..	11.20 %
Carbón fijo	83.30 ,,
Ceniza rosada.........	5.50 ,.
	100.00 %

(1)—El Departamento de Ancachs.—Raimondi.

Este carbón se encuentra á 50 km. de Yuramarca, lugar por donde debe pasar el ferrocarril á Chimbote, y á 60 km. se encuentra el cerro Yurubilca, donde aflora el mismo carbón de Condorhuain pero es de superior calidad, de color negro lustroso, deleznable, de fractura concoidal, tiñe la piel. Calcinado en recipiente cerrado no produce gas y deja un coke pulverulento de poco brillo, quema con dificultad al aire libre, no da llama y deja una fuerte cantidad de cenizas; su composición corresponde á:

Materias volátiles..	8.00 %
Carbón fijo............	65.40 ,,
Cenizas.................	26.60 ,,
	100.00 %

HULLAS DE HUAYLAS Y YUNGAY (1)

Los yacimientos carboníferos de la provincia de Pallasca se prolongan por el S. en las de Huaylas y Yungay, y es así que sus afloramientos se observan en las inmediaciones de los pueblos de Huaylas, Caraz, Yungay, Mancos y Supluy, sobre la margen del río Huaylas; desgraciadamente de estos yacimientos como de los demás estudiados por el señor Raimondi, no se tienen más datos que los relativos á la naturaleza y composición del carbón, y ninguno respecto á su potencia, dirección, inclinación, modo de yacer, etc.

El carbón que aflora en Huaylas es de estructura irregular, de brillo casi metálico, duro pero quebradizo; calcinado en vaso cerrado da un coke negro brillante, arde con dificultad al aire libre, pero bien con insuflación de aire y tiene la siguiente composición:

Materias volátiles....	20.00 %
Carbón fijo...............	78.60 ,,
Cenizas.....................	1.40 ,,
	100.00 %
Densidad....................	1.814

(1)—El Departamento de Ancachs—Raimondi.

Dice Raimondi que es abundante. El carbón de Caraz, que es el primero que se descubrió en el Callejón de Huaylas y cuyos afloramientos se hallan cerca del puente, se encuentra sobre la izquierda del río que pasa próximo á la población.

El terreno está constituído por cuarcita que corre de E. á O. y se hunde al Sur; el carbón que tiene 1.70 m. de potencia, se halla encajonado en pizarra intercalada entre él y la cuarcita.

El carbón es duro, color gris negruzco, con brillo resinoso, estructura lamelar, no mancha la piel. Calcinado al abrigo del aire quema con llama rojiza que no alumbra, deja coke negro brillante y tiene lo siguiente composición:

Materias volátiles...........	25.60 %	19.60 %	19.40 %
Carbón fijo........................	64.00 ,,	73.40 ,,	75.20 ,,
Cenizas..............................	10.40 ,,	7.00 ,,	5.40 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Densidad............................	1.66	1.71	1.71

Las diferentes muestras provienen de tres labores distintas a cierta distancia sobre el mismo afloramiento.

Los yacimientos de carbón de Caraz se extienden por el sur, donde aparecen en las inmediaciones de los pueblos de Yungay y Supluy; tienen casi las mismas características y la siguiente composición:

Carbón de Yungay

	No 1	No 2	No 3
Materias volátiles.....	29.10 %	19.40 %	9.34 %
Carbón fijo................	64.70 ,,	57.60 ,,	76.54 ,,
Cenizas..	6.20 ,,	23.00 ,,	14.12 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico..........			7036
Densidad 1.64 á 1.66			
Azufre			0.89 %

El primer carbón procede de la hacienda San Nicolás, el segundo de otra mina cuya nombre no se indica, y el 23 % de cenizas se descompone en 0.20 % de peróxido de fierro y 15.80 de cenizas propiamente dichas.

El carbón de Supluy ha sido reconocido en la mina Matacoto en la quebrada de Sauce-huran á 7,5 km. de Yungay y acusa:

Materias volátiles.....	19.00 %
Carbón fijo...............	72.00 ,,
Cenizas ferruginosas..	9.00 ,,
	100.00 %

El fierro se halla en este carbón, como en el anterior, al estado de óxido

ANTRACITAS DE CHACAS Y DE SAN LUIS DE HUARI (1)

El inmortal Raimondi, cuyo nombre y recuerdo están tan vinculados á la minería del país y especialmente á la del Departamento de Ancachs, es el primero que dió á conocer los yacimientos carboníferos de Chacas y San Luis en la provincia de Huari, que como se sabe, se halla al oriente de la Cordillera Blanca. Después, en 1904, el ingeniero Dueñas que hizo un estudio de esa región, es quien mayor número de datos suministra sobre ella, y á sus informes me refiero.

Desde Pachamaray hacia el E. y NE., la región está constituída por una formación de areniscas, alternada con pizarra en las que yacen capas de carbón, que corren con una dirección media de NNO. á SSE. con inclinaciones comprendidas entre 50 y 55° al NE., hallándose el terreno muy dislocado.

En esta región se hallan ubicadas las minas Vulcano y Plutón pertenecientes á la Empresa Minera El Vesubio, y se observa que mientras en la primera las capas de arenisca se hunden al NE., en la segunda lo hacen al SO. del río Chacas, que ha excavado su lecho por el anticlinal allí formado. Por fosiles encontrados, el ingeniero Dueñas clasifica esta región como perteneciente al piso Lías del sistema jurásico inferior.

El sabio Raimondi clasificó el carbón procedente de San Luis (Uchusquillo) y Chacas (Archuay) como antracita. El ingeniero Dueñas que señala los análisis practicados por este sabio y que corresponden para:

(1)—Boletín del C. de I. de M.—N° 15—E. I. Dueñas.

	Uchusquillo	Aruhuay
Materias volátiles...	20.50 %	10.50 %
Carbón fijo.............	60.30 ,,	86.90 ,,
Cenizas...................	19.20 ,,	2.60 ,,
	100.00 %	100.00 %

Las designan como antracitas, pertenecientes á las que, manifiesta el ingeniero Dueñas que en Chacas la formación antracitífera se halla á la izquierda de la quebrada de Cunya, aguas arriba del rio, y se extiende por el Norte á la provincia de Pomabamba.

El carbón de la mina Plutón en el Cerro Potrero, es negro brillante, con tonos grisáceos, fractura concoidal y manchitas de ocre, y tienen la siguiente composición:

Materias volátiles...	10.24 %
Carbón fijo..............	86.70 ,,
Cenizas.....................	3.06 ,,
	100.00 %

Poder calorífico: 6633 calorías.
Densidad.......... 1.6

El carbón de la mina Proserpina, que es vecina de la anterior, y está ubicada en el cerro Cuchiguayanan, es de color negro con brillo azabache y gris con tonos irisados, de fractura irregular y muy compacto; tiene:

Materias volátiles....	18.85 %
Carbón fijo..............	89.15 ,,
Cenizas.....................	2.00 ,,
	100.00 %

Poder calorífico:......... 6670 calorías.
Densidad...................... 1.5

"En el distrito de San Luis, la formación antracitífera se extiende en toda su superficie" desde Collata hasta Tambillo (10 km.). Al SE. de Collata el terreno está muy dislocado y la formación de antracitas se extiende desde Uchusquillo por el N. has-

ta Tambillo por el S. estando cortada por los ríos Chacas, Yanamayo, Yanga y por la quebrada de los Gallinazos; en ella está ubicada la mina Vulcano, en el cerro Canyas, donde el carbón tiene potencias comprendidas entre 0.80 y 1.30 metros, siendo de estructura compacta y tan duro que no es solo difícil sacarlo con cuña sino que el romperlo con martillo no es fácil. Este carbón dá al ensaye:

Materias volátiles....	12.03 %
Carbón fijo..............	85.44 ,,
Cenizas....................	2.26 ,,
	100.00 %

Poder calorífico............ 6700 calorías.
Densidad..... .... 1.65 á 1.72

En el cerro Canyas donde se halla la mina Vulcano, se observan los afloramientos de 5 capas de carbón de los que solo se ha reconocido los dos superiores, y no habiendo dado resultado satisfactorio el primero, el que se explota es el segundo que tiene una potencia aprovechable de 0.80 á 0.90 m. una dirección N.30°O y buza 52° al E.

La mina Plutón ubicada en el cerro Chulpi, de la región del Potrero, tiene una potencia explotable de 0.66 m. y una dirección N. 45°O. (NO-SE), hundiéndose 53° al SO.

Proserpina que se halla ubicada sobre el mismo afloramiento, tiene una potencia utilizable de 0.50 metros.

El carbón de Chacas se extiende por el sur al distrito de Chavín, donde se le vé aflorar en la hacienda Huproc, en varias capas de pequeña potencia, teniendo la mayor 0.30 metros; están interestraficadas con la pizarra que les sirve de techo, en las areniscas que corren de E. á O. y se hunden al Sur. El carbón es negro brillante, y calcinado en vaso cerrado, desprende poco gas y deja un residuo negro brillante de coke; ha sido clasificado como hulla seca que dá la siguiente composición:

Materias volátiles....	12.20 %
Carbón fijo..............	69.40 ,,
Cenizas....................	18.40 ,,
	100.00 %

El Ingeniero señor Fernando C. Fuchs, asigna á esta cuenca de la provincia de Huari, un contenido de 30.000.000 de toneladas.

HULLAS DE HUARAZ (1)

Sobre el carbón de esta provincia no existen más datos que los suministrados por el señor Raimondi, quien manifiesta que en el distrito del Cercado no se había encontrado carbón de buena calidad, pero que por la constitución geológica de la región, no sería difícil encontrarlo en los cerros sobre los baños de Brioso, en las cercanías del puente de piedra y en los cerros cercanos á la población, de los que ensayó una muestra que acusó:

Materias volátiles	11.30 %
Carbón fijo	24.00 ,,
Cenizas	64.70 ,,
	100.00 %

En el distrito de Carhuaz se presenta un afloramiento de carbón que ha sido reconocido en la mina Titu en la Cordillera Blanca, á 10 km. de Huaraz, y á inmediaciones del puente, siendo el carbón de aspecto variado, unas veces oscuro negruzco con brillo semi-metálico, otras negro poco brillante con lustre resinoso, estructura compacta ligeramente lamelar, fractura irregular, es duro y no ensucia las manos, ó las ensucia muy ligeramente; quemado en recipiente cerrado, desprende un poco de gas combustible, pero no de alumbrado, y deja coke negro lustroso y tiene la siguiente composición:

	Mitu	Puente	
Mat. Volátiles	11.00 %	9.70 %	32.40 %
Carbón fijo	51.80 ,,	60.90 ,,	48.20 ,,
Cenizas	37.20 ,,	29.40 ,,	19.40 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %

A inmediaciones del pueblo de Recuay, en el distrito del mismo nombre, hay carbón que fué estudiado por el señor Raimondi, quien manifestó que es de color negro intenso, de estructura

(1)—Departamento de Ancachs—Raimondi

irregular, con tendencia á lamelar, de brillo resinoso, no mancha la mano. Calcinado en recipiente cerrado, desprende gas que no alumbra y deja un coke pulverulento brillante. Al aire libre arde fácilmente con poca llama, sin despedir humo y deja una ceniza rojiza por el óxido de fierro que contiene y su ensaye dió:

Mat. volátiles......	9.60 %	24.62 %
Carbón fijo..........	80.10 ,,	65.78 ,,
Cenizas................	10.30 ,,	9.60 ,,
	100.00 %	100.00 %

Poder calorífico .... 7971 calorías.
Azufre............. .... 2.81 %

CARBON DE CHIQUIAN, CHIRA Y LLACLLA EN BOLOGNESI (1)

No son muchos ni concretos los datos que se tienen sobre estos yacimientos, pues se reducen en unos casos á simples referencias, en otros á análisis, sin que se dén datos respecto á la potencia, geología etc.

A cinco kilómetros del pueblo de Chiquián, en las alturas de éste, interestratificadas en las cuarcitas, se encuentran tres capas de carbón que tienen pizarras por techo y muro, cuya potencia en promedio es de un metro para la mayor y de las otras nada puede juzgarse porque sólo afloran las pizarras. Este carbón fué ensayado por Raimondi, quien manifiesta que es de color negro, con lijero matiz gris, muy brillante, bastante duro y no tiñe la mano. Calentado en recipiente cerrado dá poco gas, no varía de forma y deja un coke negro brillante que quema dificilmente. Su composición corresponde á:

Humedad	7.50 %
Materias volátiles......	5.50 ,,
Carbon fijo.................	80.20 ,,
Cenizas.......................	6.80 ,,
	100.00 %

Poder calorífico............. 6348 calorías.

1)—El Perú—Tomo IV—Raimondi.
El Departamento de Ancachs—Raimondi.
Boletín del Ministerio de Fomento—Tomo VII, No. 4

Con respecto á Chira, no hay más datos publicados que la noticia que dá el ingeniero señor Dunstan, de que en la cumbre de Chira, cerca de la fundición, se habían amparado 120 pertenencias sobre los yacimientos allí descubiertos, y el señor Ludovico Cáceres, dice que se trata de una antracita que tenía 29 % de cenizas, pero que disminuiría la proporción de estas á medida que se profundizaran las labores en la mina.

Finalmente, al ocuparse del distrito de Tiellos, el señor Raimondi indica que el principal producto mineral era el carbón que se halla cerca del pueblo Llacila, en la banda izquierda del río, que las capas corren de NNE. á SSO. y se hunden al SSO. bajo ángulos de 25 y 30° y que el manto que era angosto en su afloramiento, aumentaba de potencia á medida que se profundizaba; clasifica ese carbón como hulla seca, pero no dá su composición química.

CARBON DE HUALLANCA, CHONTA Y QUEROPALCA, EN DOS DE MAYO (1)

Es censurable que, teniéndose datos sobre la existencia de importantes yacimientos de hulla, antracita y asfaltos en esta región, suministrados en 1855 por don Mariano E. de Rivero, algunos años después por Raimondi, en 1877 por Torrico y Meza y en 1903 por don Estenio Pinzás, se sepa actualmente tan poco de ella, pues salvo el análisis de las antracitas de Queropalca, hecho por Raimondi, no existen los que han debido practicarse sobre las hullas y asfaltitas; pues el señor Rivero se limitó á indicar que en Huallanca existían mantos de carbón (sin indicar cuantos), de 4 á 5 varas (3.36 á 4.20 metros) de potencia. El señor Torrico y Meza manifiesta que saliendo de Huallanca, por la quebrada que conduce al Ingenio de Torres, existen varios mantos de carbón inexplorados, algunos de los que son muy abundantes y que los mantos de hulla tenían potencia comprendida entre 0.50 y 1.50 metros; siendo digno de elogio el interés del señor Estenio Pinzás, que no obstante no ser técnico, ha sido quien ha suministrado los datos más concretos que sobre estos yacimientos existen; y es así, que por él se sabe que la región está constituída por "estratas anticlinales de arenisca metamórfica y de piza-

(1) Memorias Científicas de Rivero
El Perú—Tomo IV—Raimondi.
Boletín del Ministerio de Fomento—Año I, No. 11—A. Pinzás.

rra negra, que se hunden de E. á O. debajo de las capas de caliza entre las que se desarrolla una faja de 6 km. que contiene muchas capas de antracita".

"La villa de Huallanca está situada en medio de esta zona y los cerros que dominan la población están formados en su totalidad de areniscas metamórficas, pizarras y capas de antracitas. La buena calidad de este combustible hace que se emplee en todos los usos industriales y en el consumo doméstico. Cuesta la tonelada métrica de antracita puesta á domicilio S|. 6 y el consumo anual por habitante no pasa de 500 kilógramos".

El análisis practicado por el señor Raimondi, que sobre antracitas de Queropalca, como repito, es el único que existe, sobre los carbones del Dos de Mayo, acusa la siguiente composición:

Materias volátiles..........	6.50 %
Carbón fijo....................	73.50 ,,
Cenizas........................	20.00 ,,
	100.00 %

Poder calorífico............ 6394 caloríos.

El señor Pinzás, al referirse á las hullas secas, dice: "Al este del campo de fractura oriental las estratas de areniscas se hacen sinclinales, y la hulla seca reemplaza á la antracita; este nuevo combustible, arde sin aglomerarse ó aglomerándose muy poco, y despide el olor caracterísco de la hulla. Sus capas se extienden de E. á O. entre Chellgapaccha y Huacoto, 2 km. En Huacoto desaparecen las areniscas y se presenta la caliza pura, ó cargada de arcilla, sílice ú oxido de fierro. Esta caliza se extiende de E. á O. 10 kilómetros, sus capas forman un eje anticlinal en Calero, prolongándose con bastante regularidad en toda la provincia y con una longitud que estimo en 150 kilómetros. En este terreno se encuentra caliza petrolífera, petróleo líquido y pastoso, y hulla grasa que se dilata mucho al arder, formando un coke muy liviano y poroso". Esa hulla grasa de que habla el señor Pinzás, es una asfaltita bituminosa análoga á la de La Lucha, Chuicho, Sarao y otras de la región de la Oroya.

El mismo señor Pinzás, ocupándose de las hullas grasas dice: "En la ceja de Pulpuleag termina la caliza y es reemplazada por estratas de arenisca de grano fino, ya blanca, ya teñida de amarillo, ó de color de púrpura como si contuviera cinabrio. A tre-

chos se presentan en dichas areniscas capas de arcilla micácea, color gris, que sirve de abrigo á poderosos mantos de hulla grasa de primera, que en su combustión deja como residuo un coke duro y compacto".

"En el cerro de Magapata que he visitado, hay descubiertos siete mantos de hulla y su potencia varía entre 2 metros y 0.60 metros".

"La formación de arenisca se extiende desde Pulpuleag hasta el pié de Pincullo, con un ancho medio de 3 km. En cuanto á su longitud, es de 150 Km. aproximadamente",

Los interesantes datos suministrados por el señor Estenio Pinzás, permiten formarse un concepto claro de la importancia de la región; y aproximado de su contenido en carbón, pues con la superficie de 450 kilómetros cuadrados que él le asigna, tomando en cuenta sólo 2 metros para la potencia de las siete capas de carbón que señala, con la densidad de 1.5 de la hulla, se tiene que la región descrita por el señor Pinzas, tendrá más ó menos 1350 millones de toneladas de carbón.

CARBÓN DE HUANUCO (1)

Los primeros datos sobre los yacimientos de carbón en Huánuco, fueron suministrados en junio de 1902 por "Informaciones y Memorias", que refiriéndose á ellos dice: "Como á 2 leguas (10 km) de San Rafael, distrito de Huariacá, en un sitio conocido con el nombre de Salcachupan, se notan algunos indicios de la existencia de carbón.

En Cochacalla aflora una capa de regular potencia que no ha sido trabajada y produce un carbón antracitoso que quema con muy poca llama y produce fuerte proporción de cenizas. También cerca de Rondos y por último en Chaucha, existen muchas capas de carbón antracitoso de pésima calidad, pues sólo quema con el auxilio de los fuelles de las fraguas produciendo una proporción excesiva de cenizas, que se aglomeran en costras que dificultan su utilización. Aquí se le distingue con la denominación de carbón contra incendio",

"En el punto de encuentro de los ríos que rodean á Ambo, se han encontrado trocitos de carbón rodado de magnífica calidad, y que no deben de venir de mucha distancia, pero hasta hoy no me ha sido posible dar con el yacimiento que los produce".

(1)—Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros. Tomo IV, N° 6.

"En Chaulan también hay carbón antracitoso muy cargado de azufre y de regular calidad, que catea actualmente la Empresa Minas de Chaulan Ltd. También he visto muestras del mismo carbón, pero de superior calidad, traídas de los alrededores de Margos".

CARBÓN DE CERRO DE PASCO (1)

Según el señor Mariano E. de Rivero, que fué el primero en hacer conocer en 1855 la existencia de minas de carbón en el Perú, las primeras aplicaciones á la industrias se hicieron el año 1816 en que se usaba el carbón de Rancas, en la calefacción de las calderas á vapor, que estableció en Cerro de Pasco la Compañía Abadía y en ese mismo año de 1855, señalaba la existencia de carbón y de esquistos bituminosos en los cerros de Colquijirca, Puelles, Anaspuquio, Siracancha, Pargas, Churcas, Andaralpau, Quisqui y en las quebradas de Tullarauca y Andascancha, y aunque, posteriormente se han ocupado de los combustibles del Cerro de Pasco los ingenieros señores: Du Chatenet, Bueno, Fuchs, Fort, Venturo, Diaz, Jochamowitz, Strauss, Gastelumendi, Velarde, Beas y Pomacondor García, ninguno suministra datos relativos á la historia de las minas de carbón de este centro minero, siendo solo el Ingeniero don Carlos L. Romero, quien en el interesante trabajo que ha presentado al Congreso Nacional de la Industria Minera, hace saber que las minas de Goyllarisquizga, fueron descubiertas el año 1834 por un pastor que las enseñó á la señora Marcela del Campo y Vicuña, quien no les dió importancia, habiendo sido el canónigo Meza, de Huánuco, quien hizo el primer amparo ó denuncio en Goyllarisquizga. A la muerte de Meza heredó las minas su hermano Ramón y después, indica el ingeniero Romero la serie de propietarios por transferencia ó denuncio que han teni-

(1)—Memorias Científicas—M. E. de Rivero.

Los Minerales del Departamento de Junín y las hulleras de Goyllarisquizga—Carlos L. Romero.

Anales de la Escuela de I. de Minas y CC. 1880—Du Chatenet.

Boletín de Minas, I. y C. C. Tomo XI—F. C. Fuchs.

Boletín de Minas, I. y C. C. Tomo XIII—P. C. Venturo.

Boletín del C. de I. de M. N° 62—Luis F. Díaz y S. Jochamowitz.

Boletín del Ministerio de Fomento—Año VII—L. W. Strauss.

B. del C. de I. de M. N° 74—A. G. Gastelumendi.

B. de Minas I. y C. C. Tomo III—Serie II.

B. de Minas I. y C. C. Tomo V.—Serie II.

do esas minas, hasta llegar en casi su totalidad, 90 % á poder de la compañía del Cerro de Pasco, que las explota en gran escala y tiene en esa zona 260 pertenencias (1040 hectáreas) posesionadas.

Al referirme en síntesis á la importante cuenca carbonífera, de Goyllarisquizga y demás que ubican en el Cerro de Pasco, voy á hacer uso de datos que he tomado del interesante trabajo del Ingeniero Romero y de otros que han escrito sobre ellos.

La cuenca de Goyllarisquizga se halla al norte del Cerro de Pasco, á 42 km. al NO. de la población del mismo nombre, á la que está unida por un ferrocarril que parte de Vista Alegre.

El Ingeniero Romero, refiriéndose á los afloramientos, dice: "El carbón es visible en diferentes lugares comprendidos dentro de un área considerable, pero los afloramientos lejos de presentar continuidad, se ven frecuentemente interrumpidos, cambiando á menudo de dirección hasta el extremo de constatarse en la zona en actual explotación, que la direccion de un manto observada en un cierto punto pasa poco después á ser precisamente la inversa formando asi un repliegue que dá la forma de una U á la sección horizontal del mismo. Esta circunstancia unida á la falta de estudios de exploración, pues Goyllarisquizga nunca los ha merecido, ni aun para acreditar el concepto que se tiene a priori de la enormidad del deposito, impide por ahora asegurar si las manifestaciones de carbón visibles en un perímetro de muchos kilómetros cuadrados corresponden ó nó á un yacimiento único y en tal caso, cuál es el tonelaje probable por él encerrado y agrega que cualquiera que sea el resultado, sea que se trate de yacimiento único ó de varios más pequeños, puede estarse seguro que la cuenca "sabrá corresponder por muchísimo tiempo á las exigencias de la industria, cualesquiera que ellas pudieran ser".

Lo más probable es que el yacimiento afecte la forma de una U: la parte cóncava mira hacia el O. y las ramas van al E. extendiéndose: la del N. hacia Acomabamba y Tusi, y la rama del S. hacia el caserío de Cuchis, donde aun son visibles los afloramientos, que desaparecen poco antes de la quebradita de Chontas. Dichas ramas que corren sensiblemente paralelas, con una equidistancia de 3,5 km. entre sí, tienen una longitud aproximada de 5 km. y como una consecuencia de su forma en U las capas que forman estas ramas tienen buzamientos opuestos, ó se hunden en sentido contrario; siendo así que las capas de las ramas N. se hunden al S. y la de las ramas del S. hacia el N. lo que

hace presumir que toda el área interna de la cuenca, que tiene una superficie de 17.500 000 m. cuadrados se halla cubierta por carbón; debiendo advertirse:

1º—Que la U no es continua, pues la región ha experimentado un salto que ha desviado las ramas ó piernas constituídas por los estratos del terreno y carbón hacia el N. lo que obliga a ser prudente en la apreciación del tonelaje del carbón contenido;

2º—Que la parte reconocida del yacimiento, ha puesto de manifiesto la existencia de cuatro capas superpuestas de carbón, designadas con los nombres de principal, paralela, primera capa y segunda capa, habiéndose comprobado que en Principal, la potencia llega hasta 12 metros, en el Paralelo hasta, 5 metros, que los anchos mínimos, que son muy escasos, jamás bajan de 2 metros para la primera y de 1 metro para la segunda, lo que en el peor caso dá una potencia totalizada de 3 metros. La llamada primera capa tiene en promedio 0.80 metros de potencia y no se la explota, y la segunda capa llega á un metro, y aunque agregando este metro á los 3 m. que suman la capa principal y paralela se tendrá una potencia explotable de 4 metros, para proceder con seguridad y teniendo en cuenta ciertos accidentes en el yacimiento, el ingeniero Romero, para hacer el cubaje de la cuenca, sólo toma una potencia de 3 metros, que en relación con la superficie de 17.500.000 metros cuadros que tiene, dá para ella, un contenido de 52.550.000 teneladas de carbón; pues aunque la densidad de la hulla es de 1.5 solo considera 1 para ampliar el coeficiente de seguridad; y agrega Romero:

"De esta cantidad (52 ½ millones de toneladas) se han extraído ya, cosa de tres millones de toneladas, existiendo algo más dos millones listas para la extracción, lo que manifiesta que más de un 10 % de la hoya ha sido explotado ó reconocido; algo asi como el 20 % del carbón puesto a la vista se pierde en el disfrute".

Sea que Goyllarisquizga pertenezca á un yacimiento único ó a varios, los afloramientos carboníferos son numerosos y visibles á largas distancias, y así se les observa en los distritos de Chacayán, Tapuc y Yanahuanca. Al sur de los afloramientos de la rama Sur que va hacia Cuchis, se encuentra la quebrada Yaru, donde hay también importantes capas de carbón, en las que se halla ubicada la mina Quishuarcancha, el trasporte de cuyo producto se hace por un ramal del ferrocarril de 14 km. que partiendo de Alcacocha va á Chalhuacocha.

Quishuarcancha se halla rodeada por rocas porfíricas que limitan en todo sentido la extensión del yacimiento, pero esas interrupciones sólo son locales, pues los afloramientos continúan después, como puede observarse por los afloramientos que aparecen, tanto en la quebrada de Yaru como en la Hacienda de Pichuicancha; y si de Quishuarcancha, se va por la altura á la importante zona carbonífera de Yanahuanca, al pasar por los pueblos de Huaylacirca y Roco se ven también esos afloramientos conocidos con los nombres de Garbanzocancha, Shaigua, Victoria, Matarragra, etc. siendo entre los de esta región, el más importante el de Huachapo en el distrito de Yanahuanca, donde está ubicada la mina Carmen de Huachapo, que cerca de la superficie tiene ya una potencia de 12 metros de carbón,

Se ve pues, que "Goyllarisquizga afecta la forma de una cubeta un tanto alargada en la dirección O. á E. cuyos lados se hunden hacia el fondo común, con una inclinación media de 22° habiéndose reconocido solo parcialmente la rama occidental de la cubeta sin que existan datos que permitan juzgar de la rama del E".

"El lecho de la cuba está constituída por una poderosa formación de areniscas muy disgregadas y perfectamente normales, pues las rocas eruptivas que han producido los movimientos orogénicos por cuya causa los estratos tomaron su posisión actual, deben encontrarse á una gran profundidad, pues ellas no son visibles ni aún en los fondos de los valles de Yaru y Chaupihuaranga, no obstante que estos constituyen dos muy profundos surcos excavados por la erosión en el centro mismo de la formación sedimentaria. En el fondo de dicho valle sólo aparecen pizarras, probablemente mesozoicas, las que tienen un espesor considerable que a la superficie pasa de 500 m. pues tal paquete pizarroso se ve desde el sitio Uspachaca, hasta más arriba del pueblo de Chacayán. Sobre estas pizarras comienzan á aparecer estratas brechosas, fuertemente cimentadas, en las que al principio y mientras más cerca están de las primeras, sólo se notan unas escasas inclusiones de cuarzo en trozos del tamaño hasta de una nuez, pero siempre en formas irregulares ó más ó menos poliédricas. A medida que las estratas van siendo más superiores, y en que por consiguiente, quedan más distanciadas de las pizarras, se puede apreciar un predominio cada vez más acentuado de los fragmentos de cuarzo en la composición del conglomerado brechoso, llegando por fin, en las capas más superiores, á presentarse debilmente cimentadas por la arenisca, muy sensible á

los agentes exteriores de denudación. Esta arenisca normal constituyó el fondo del reservorio hidrográfico en que se sedimentó el carbón, pero presentando antes a este, como siempre ocurre en estos casos, el lecho de arcilla subyacente, la que tiene un espesor como de 15 metros. A esta le suceden los cuatro períodos de sedimentación correspondientes á las cuatro capas de carbón separadas por lechos de pizarras bituminosas. El estrato pizarroso que separa los mantos principal y paralelo es generalmente muy pequeño, llegando á tener á veces, solo 0.20 metros de espesor por lo que ellos podrían considerarse como uno solo, si esa potencia no se viera aumentada en otros casos hasta dos y más metros".

"De mayor consideración y uniformidad es el lecho estéril intercalado entre el paralelo y las dos capas el que es como de 6 metros en uno y otro caso".

"Sobre la segunda capa se depositó un delgado lecho de arcilla y poco después vuelve á presentarse la arenisca en potentes bancos como de 500 ó más metros de espesor, notándose algunas intercalaciones de arcillas pizarrozas, y rocas conglomeradas, debilmente cimentadas. En último término y reposando sobre las areniscas se presentan las calizas".

Como la descripción que hace el ingeniero Romero, del yacimiento de Goyllarisquizga, es tan interesante, y está expuesta tan concretamente, y en un lenguaje tan conciso, en lugar de hacer un extracto de dicha descripción prefiero trascribir lo que dice el dicho Ingeniero.

"El accidente de más importancia en la formación carbonífera es el que ya hemos mencionado anteriormente, que consiste en el adelgazamiento de la más poderosa de las capas ó sea la principal, en una vasta extensión del yacimiento, hasta extremos que prácticamente significan su extinción. En nuestro concepto, el fenómeno es de muy fácil explicación y ella puede darse considerando que tal adelgazamiento corresponde á los bordes del reservorio lacustre ó marino en que se verificó el depósito y en donde la profundidad de las aguas iba siendo cada vez menor, originando así un sedimento de espesor cada vez menor. Las condiciones hidrostáticas del reservorio debieron modificarse una vez terminada la sedimentacion del manto principal; cambio que se produjo por un hundimiento de sus bordes, por cuya consecuencia incrementó la profundidad de estos, permitiendo entonces la sedimentación normal de las otras capas perfectamente concordantes,

por no haber ocurrido durante el proceso, movimiento alguno que lo perturbara. La existencia del manto principal, afectado en la forma descrita, corresponde, como ya se ha manifestado, á la larga sección del yacimiento que hemos designado con el nombre de Cachis (rama Sur de la pierna de la U)".

El carbón que produce Goyllarisquizga, es una hulla grasa, de color bruno, brillo resinoso en fractura fresca, bastante frágil, arde con llama larga y al quemarse se funde y aglomera, pero deja una fuerte proporción de cenizas.

El carbón proveniente de las capas superiores, primera y segunda, es más bituminoso, debido probablemente á la presencia de inclusiones de copalita que llega hasta el 10 % de la masa total, cuyo polvo es tan explosivo que obliga á tomar precauciones aun con las lámparas de acetileno.

La composición del carbón es muy variable pero está comprendida dentro de los siguientes límites:

Materias volátiles.........	38 á 44 %
Carbón fijo.....................	34 ,, 42 ,,
Cenizas	22 ,, 35 ,,

El Ingeniero señor Guillermo O. Dustan, y la Escuela de Ingenieros dán para este carbón la siguiente composición:

Materias volátiles.................	40.8 %	33.30 %
Carbón fijo..... ....:......	38.2 ,,	32.67 ,,
Cenizas..	21.0 ,,	33.63 ,,
	100.0 %	100.00 %
Azufre..	1.3 %	1.65 %
Poder calorífico........................		5815 cal.

No obstante la proporción de cenizas que llega hasta el 40 %, este carbón así tan malo como podría clasificársele, es la base de la negociación del Cerro de Pasco, pues previo un lavado ó concentración pueden obtenerse de él, no sólo el coke necesario para la fundición, sino también el carbón que se usa en las locomotoras, calderas á vapor y otras; lo que demuestra una vez por todas, que no hay carbón malo cuando se halla próximo á establecimientos industriales, pues entonces la preparación mecánica, corrije sus defectos y facilita su aplicación.

C. M.—IV. 31 y 32

Es muy sensible que la naturaleza de esta monografía, que me obliga á hacer una síntesis de todo lo que tenemos sobre el carbón, y la extensión que ya vá tomando, me impidan hacer un extracto de las diferentes partes que contiene el espléndido trabajo del Ingeniero señor Romero, digno de elogio por lo concreto de los datos que suministra y por la claridad con que están presentados, y cuya lectura recomiendo á todos los que se interesen por la industria del carbón; pero no puedo prescindir de hacer conocer, aunque sea en líneas generales, las siguientes cifras: Goyllarisquizga produjo á partir de 1904 en que se terminó el ferrocarril que transporta el carbón el siguiente tonelaje:

Años	Toneladas
1904	4,507
1905	52,110
1906	60,313
1907	156,523
1908	297,396
1909	294,156
1910	278,744
1911	286,137
1912	354,088
1913	218,243
1914	195,309
1315	208,617
1916	217,384
	2.523.527

Las diminuciones que se notan á partir de 1910 se deben al alejamiento de las zonas de producción, que no pudo subsanarse incrementando el personal, y las diminuciones á partir de 1914 fueron originadas por la instalación hidro-eléctrica que permitió á la Compañía del Cerro de Pasco una economía de 400 toneladas de carbón por día.

El costo de extracción por tonelada de carbón, en los primeros años (antes de la apertura del Shaft de Chontas) corresponde á un promedio de Lp. 0.6.32 (por tonelada) pero en 1916 bajó á Lp. 0.4.69 estando en este incluídos los gastos en madera Lp. 0.1.17 que corresponden á 1.8 pies cuadrados por tonelada; de dicha madera 10 % corresponde á eucaliptus nacional y 90 %

á pino oregón americano, que tiene un valor diez veces mayor que el primero, siendo el gasto de explosivos de Lp. 0.0.48 por tenelada.

En 1916 se emplearon 164,164 jornales dentro de la mina y 80,352 en la superficie ó sea un total de 244,516 jornales, correspondiendo á un promedio mensual de 13,680 jornales para la mina y de 6,672 en el exterior, y obteniéndose 1.328 kg. de carbón por cada tarea en la mina y 986 kg. de carbón por cada tarea en el conjunto de tareas entre la mina y la superficie.

Como se ha indicado, para obtener el coke que se emplea en la fundición es preciso lavar antes el carbón, en cuyo lavado se obtiene un rendimiento aproximado de 60 % y demanda el siguiente gasto:

Costo de extracción por tonelada...............	Lp. 0.4.69
Trasporte en 46 km. á 1.½ ctv....................	,, 0.0.69
Recargo de pérdidas de peso en el lavado..	,, 0.3.58
	Lp. 0.8.96

y como para obtener una tonelada de coke se requieren dos de carbón, considerando los recargos correspondientes a manipulaciones de lavado y cokeificación, resulta que el precio de la tonelada de coke puede estimarse en Lp. 2.0.00.

Los demás ingenieros que se han ocupado de las minas de carbón del Cerro de Pasco, no hacen una descripción de ellas ni dan datos concretos respecto á la naturaleza de los yacimientos, y como las referencias que hacen han sido ya citadas en síntesis al tratar de la Reseña Histórica, considero innecesario el repetirlo nuevamente.

Asfaltitas (1)

El señor Leonardo Pflücker y Rico fué el primero que, en 1883 dió noticia de los yacimientos de combustibles en Yauli, que clasificó como de hulla y señaló su existencia en varios lugares; diez años después el señor Ingeniero J. Torrico y Meza, indica que en las inmediaciones del pueblo de Yauli, existían

(1)—Anales de la E. de C. C. y de M. Tomo III—L. Pflücker y Rico.
B. de M. y C. Tomo IX—J. Torrico y Meza
B. de la Soc. N. de Minería. Año I. Nº 18—J. Balta.
,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, II. ,, 24—C. E. Velarde.

poderosos yacimientos de antracita, y fué sólo el Ingeniero señor José Balta en 1899 quien en un artículo titulado Ojeada sobre la Minería en Yauli, dió a los combustibles de esta provincia su verdadera clasificación, de asfaltitas, atribuyéndoles origen orgánico á juzgar por la gran cantidad de fósiles que se presentan en las rocas; y en 1904, los ingenieros señores: Bravo, Velarde, Laroza y Dueñas, ocupándose del yacimiento de la Lucha, confirmaron los tres primeros la clasificación de asfaltitas dada por el Ingeniero J. Balta y sólo el Ingeniero Dueñas guiándose únicamente por el resultado del análisis y sin tomar en consideración las características del yacimiento y del combustible, lo clasificó como hulla, é incurrió en el mismo error que los señores Pflücker y Torrico y Meza, pero de estos asfaltos solo se tenía su clasificación y se carecía de detalles acerca de ellos, hasta que en 1915, el Ingeniero Carlos Luis Romero, en un interesante artículo "Algo sobre asfaltitas vanadíferas" con gran acopio de datos y verdadero acierto, que revelan su espíritu de observación, ha hecho la clasificación de estos yacimientos y su descripción, en forma tal, que su estudio es lo más completo y mejor que hasta ahora tenemos sobre asfaltos.

Por lo que respecta á su composición y caracteres físicos, poco se diferencian las asfaltitas bituminosas y las secas, de las hullas y de las antracitas, pues á la simple inspección de un análisis químico, no podrá asegurarse si él corresponde á una asfaltita bituminosa ó á una hulla, o si á una asfaltita seca ó una antracita, pero tratándose de su origen, y condiciones de los yacimientos, estas diferencias ya son notables, pues mientras que las hullas y antracitas (carbones naturales) son de origen sedimentario, el de las asfaltitas es eruptivo, y por lo que respecta á la condición de los yacimientos, si bien las asfaltitas se presentan también como los carbones naturales bajo la forma de capas, mantos ó estratos, con frecuencia afectan la de filones—capas ó francamente la de filones que presuponen el relleno de una fractura del terreno previamente producida y en tesis general, sin que la regla sea absoluta, pues tiene sus excepciones, á la simple vista de una región que encierra

---

B. de M. y C. Tomo XX—E. Laroza.

„ „ „ „ „ „ XX—E. I. Dueñas

„ „ „ „ „ „ XX—José J. Bravo,

Informaciones y Memorias de la Soc. de Ingenieros. Vol. XVIII. C. L. Romero.

combustibles, puede asegurarse: si ésta está constituída por rocas calcáreas, que se trata de asfaltitas, pues los carbones naturales en casi todo el territorio de la Rapública yacen en areniscas ó cuarcitas con interposición de pizarras.

También puede distinguirse rápidamente las asfaltitas de los carbones naturales, mediante el examen de sus cenizas, pues mientras que las de las asfaltitas tienen todas vanadio, que es fácilmente reconocible por el color, las de los carbones naturales no contienen este mineral.

Tratándose del origen, clasificación y distribución de los yacimientos de asfaltitas, cumplo gustoso con un deber de justicia, al trascribir literalmente los autorizados conceptos del Ingeniero Romero, quien dice:

"La presencia del gran yacimiento asfaltoso del Centro, está íntimente vinculada con los movimientos orogénicos que fueron el origen de la Cordillera occidental de los Andes. Dichos movimientos no solo interrumpieron la normalidad en que los hidrocarburos, origen del asfalto, yacían á grandes profundidades, sino que motivando la fractura de los terrenos afectados por el trastarno, ofrecieron campos propicios para el escape ó filtración de la sustancia líquida antes aprisionada y sujeta á presión considerable".

"Sin detenernos, por el momento, a explicar los puntos de conexión que las diversas apariciones asfaltosas pueden tener entre sí, bástenos por el momento agrupar esos yacimientos en tres categorías naturalmente determinadas por diferentes elementos geológicos y paleontológicos á que aludiremos después en detalle, pero cuyos rasgos saltantes son:

"1º—Formación asfaltosa del eje mismo de la Cordillera occidental de los Andes, en que el asfálto yace más generalmente en filones-capas, pero en que, sin embargo, es posible constatar filones propiamente dichos que interceptan á los primeros á ángulo recto".

"2º—Formación asfaltosa del flanco oriental de la misma Cordillera, con posibles desviaciones hacia la llamada Cordillera oriental, donde el asfalto yace igualmente en filones-capas, pero en que los estratos que lo encierran son de edad anterior á los primeros".

"3º—Formación asfaltosa interandina, en que el asfalto yace por regla general en filones propiamente dichos, de amplitud considerable aunque la irregularidad de ellos es una de sus más

saltantes cualidades. Se presentan igualmente filones—capas y abundantes infiltraciones en los planos de estratificación".

"Los yacimientos de la primera categoría, presentan una gran continuidad en el sentido longitudinal, extendiéndose en lo que hasta hoy se tiene averiguado, desde el lugar Carhuapampa del distrito de San Lorenzo de Quinti (Huarochirí), por el Sur, hasta el famoso y bien conocido depósito asfaltoso vanadífero de Minas—ragra por el Norte, sumando por lo menos una extensión de dos grados geográficos".

"La presencia de rocas eruptivas en el eje mismo de la Cordillera, ha determinado en unos casos la desaparición del asfalto y en otros su desviación de la formación troncal, formando tramos como el de Sillapata, por ejemplo, que parecen ser aislados, pero cuyo vínculo con la primera es fácil establecer. Los filones—capas que los constituyen, si bien son de una persistencia notableen su sentido longitudinal, presentan en cambio mucha irregularidad de potencia, la que llega en ciertos casos á ser de muchos metros tal como ocurre en Laesacocha (Yauli) pero más generalmente se reduce á cifras moderadas, cuyo promedio puede estimarse en un metro aproximadamente, tal como se observa en Marcapomacocha, etc",

"Debido á la presencia de los centros eruptivos ya citados en el eje mismo de la Cordillera, de los que Morococha nos dá un ejemplo bastante á la mano, los asfaltos de este grupo han sufrido intensamente la acción de metamorfismo. Por esta causa, no es posible encontrar en esa extensa formación, acaso la más notable, sino productos muy secos, que más generalmente podrían ser comparables á una antracita, pero que en los bordes mismos de las masas andesíticas, asumen los caracteres de un verdadero grafito".

El número de filones existentes es también variable con las localidades, lo que se explica por la extinción que algunos de ellos experimentan, debido a la forma lenticular que suelen ofrecer. En Yauli por ejemplo, se constatan varios de ellos, como son los de Pomacocha y Rumichaca, debiendo existir aún otros, al acercarse al pueblo citado. En cambio un poco más al norte, en terreno de la hacienda Punabamba, las manifestaciones del mineral son más débiles, para reaparecer después con energía en Marcapomacocha y región de más al norte".

"Mucho más interrumpida por los accidentes orográficos y de denudación, pero tal vez si de no menor extensión longitudinal, es la capa asfaltosa que hemos agrupado en segundo lugar y

cuyas manifestaciones pueden, por lo pronto, apreciarse al oeste de los pueblos de Ahuac (Huancayo) y de Sincos (Jauja), para quedar interrumpidas un poco más al norte. En la misma categoría podrían tal vez incluírse las manifestaciones del mineral observables en el lado oriental del valle de Jauja, de las que más al norte se tienen evidencias, primero por las vecindades de la ciudad de Tarma y más allá, al E. de los pueblos de Junín y Carhuamayo".

"Los asfaltos de este grupo son también metamórficos por regla general, y por lo que respecta á su potencia y demas caracteres, parece que no superan a los considerados primeramente".

"Son las asfaltitas del tercer grupo ó sean las que yacen en filones perpendiculares á los del sistema anterior, las que por la profusión con que se encuentran distribuídas en el sur de la provincia de Yauli y lugares vecinos, presentan el mayor interés industrial, el que en gran parte es debido á la circircunstancia especialísima de no encontrarse afectadas por el metamorfismo local ó regional, por cuyo motivo ofrecen productos de composición que podríamos llamar normal. Este sistema alcanza un desarrollo considerable en el distrito de Casapalca de la provincia de Yauli, en los alrededores del pueblo de la Oroya; y más al norte cerca del pueblo de Carhuacayan, se tienen algunas indicaciones como las de las minas de Santo Domingo y Conocancha".

"Los asfaltos de estos tres grupos tienen la propiedad que es característica, de ser vanadíferos en proporción que oscila del 1.2% al 1.5 % del peso de carbón. La concentración que se obtiene por simple combustión del producto y recolección de las cenizas, es cuando menos de 1 á 10.

"Los asfaltos del primer grupo ó aquellos que yacen en el eje mismo de la Cordillera occidental de los Andes. están comprendidos entre calcáreos albicos del infracretácito. Esta formación es observable desde las alturas del pueblo de Suitucancha (Yauli); extendiéndose después por Yacsacocha, Lumichaca, Punabamba, Marcapomacocha, etc.".

"De edad más antigua es la formación del flanco oriental que con el nombre de trasandina hemos considerado en el segundo grado;ella está comprendida entre calcáreos y pizarras liásicas del infra-jurásico".

"Por lo que hace a los asfaltos del tercer grupo, éstos están encajados en las calizas álbicas, pero, como entonces lo hicimos notar, en filones de dirección perpendicular á los del primer grupo".

"La cuestión referente á la edad relativa de estas tres formaciones está relacionada con el origen orgánico ó de síntesis mineral que ellas pueden haber tenido: en siendo del primer modo de formación, es claro que las dos capas fueron sedimentadas en períodos diferentes y entonces los yacimientos filonianos del tercer grupo podrían considerarse como de formación secundaria, generados por uno de los dos grupos anteriores, probablemente el primero. Pero en el caso de que los asfaltos fueran de origen inorgánico, como parece ser lo más probable, entonces los tres grupos considerados se refunden en uno solo, formado en un momento único por concentración de la invasión petrolera en determinadas capas, cuyas condiciones de porosidad eran apropiadas para servir de receptáculo. El material inyectado y que era excedente se desbordó por las fracturas y fisuras del terreno, originando así los yacimientos del tercer grupo".

Es indudable que los yacimientos de asfalto de esta región, han estado relacionados primitivamente con fuentes petrolíferas; pues sabido es, que el petróleo y los asfaltos no son sino los términos intercalados de una serie de hidrocarburos, transformándose lentamente el petróleo en asfaltitas, pasando del estado líquido al pastoso y después al sólido, por la deshidrogenación y oxidación de sus productos.

Entre la doble teoría de orígen orgánico ó eruptivo para la formación de las asfaltitas, el Ingeniero señor Romero simpatiza más con la segunda, pues objeta la primera diciendo: "los fósiles y las capas que los contienen y cuya edad determinan, son de edad y formación muy anteriores á la formación de las fracturas que después debían aprisionar el asfalto. En tal concepto sería necesario suponer que una vez producidas esas fracturas, las capas fosilíferas constituídas con mucha anterioridad, comenzaron á segregar lateralmente el material que debió rellenarlas y que la secreción fué suficientemente enérgica como para satisfacer ese objeto; ambos supuestos son poco admisibles".

"Además y esto es un hecho digno de tenerse en consideración, la coexistencia del asfalto y de lechos fosilíferos vecinos, si bien observable en el mayor número de casos, no lo es en otros, siendo algunas las localidades donde al lado del primero no es posible descubrir los segundos y viceversa".

Refiriéndose á la segunda teoría dice Romero:

"La teoría del origen eruptivo que subordina la aparición del asfalto á un proceso de síntesis mineral, al que no ha sido extraña la acción del volcanismo, es sin duda la más racional, y la que más se adapta al caso que estudiamos. Es forzoso, entonces suponer que la acción de los organismos, que indudablemente la ejercieron cuando estuvieron presentes, quedó limitada á las capas que los contienen, en las que desde luego es fácil constatar esa acción por la modificación que se nota en la composición de la roca que las constituye. Entre tales modificaciones no comprendemos, por cierto, las inclusiones de aceite mineral que esporádicamente se encuentran en ellas, por el pronunciado olor á kerosene que invariablente ofrecen á la fractura fresca, pues creemos que estas últimas obedecen más probablemente á fenómenos de simple impregnación, producidos á expensas de la misma irrupción asfaltosa".

"Señalaremos una particularidad más acerca del modo de yacer de nuestros asfaltos, la que confirma, hasta cierto punto, su origen eruptivo. Al lado de los filones, en el curso de estos mismos, es muy frecuente observar un depósito de la misma sustancia, de forma irregular, pero de sección horizontal sensiblemente circular ó elíptica y cuyas dimensiones son considerables en relación á la potencia del filón. Tales depósitos de acuerdo con las tesis sustentada, vendrán á corresponder á los lugares en que la acción del dinanismo productor de las fracturas, y portador de la mineralización, se ejerció con más intensidad, constituyendo el foco de la irrupción, en donde bajo el impulso de las fuerzas puestas en juego, se constituyeron, por decirlo así, verdaderas chimeneas de ascensión del asfalto, por donde éste se difundió á las fracturas y demás cavidades en conexión con ese foco. Hemos supuesto, como se acaba de ver, que la producción de las fracturas y su relleno fueron hechos simultáneos".

"Los depósitos irregulares á que acabamos de referirnos han sido puesto de manifiesto en todo yacimiento más ó menos investigado, pudiendo citarse el de la mina Lucha, en donde el diámetro de la sección horizontal es de unos 40 metros; en Chuicho también se vé un gran ensanchamiento del filón sobre la pertenencia Santa Rosa, é idéntica cosa ocurre el Sarao, Inke, Llasacocha, Rumichaca, etc."

Los asfaltos bituminosos son de color negro azabache, con brillo resinoso y fractura concoidal; cuando se presenta en trozos es muy fusible, quema con tanta facilidad que hasta se combustiona al contacto con un fósforo, con llama larga y se aglutina fácilmente, al extremo de que las lampadas de polvo que se echan á un hogar encendido forman masas compactas; cuando las asfaltitas por la destilación de sus hidrocarburos, forman lo que se llama asfaltita seca, su combustión se hace tanto más difícil cuanto menor es la proporción de materias volátiles que contienen; y tanto las asfaltitas secas, como las bituminosas, se caracterizan por su poca compacidad, y el caracter pulverulento que casi siempre ofrecen, pues en los pocos casos en que pueden extraerse masas compactas de mayor ó menor volumen, el contacto de éstas con los agentes atmosféricos basta para producir su rápida disgregación y reducirlas á polvo.

Siguiendo la clasificación hecha por el señor Ingeniero señor Carlos L. Romero, y aprovechando de los datos que suministra sobre las diferentes regiones de asfalto, voy á ocuparme sintéticamente de ellas:

Filones capas del eje de la Cordillera occidental

Llacsacocha.—Tiene afloramientos visibles en muchos kilómetros, parte de los que pasan por debajo de la laguna del mismo nombre: se halla a 24 km. del pueblo de Yauli, á 4575 metros sobre el nivel del mar, es una asfaltita seca de dificil combustión, pero quema completamente cuando se remueven sus superficies de contacto con el aire.

Pomacocha.—Probablemente es la continuación de algún ramal de Suitucancha, tiene afloramientos visibles en gran extensión, y estan cruzados por dos filones de los que uno, denomina-Negrita, tiene 0.40. metros de potencia en sus afloramientos y 1.50 metros á poca profundidad. El relleno está constituído por un asfalto semi-seco, que tiene la siguiente composición:

	No. 1	No. 2	No. 3
Humedad	0.50 %	1.62 %	2.01 %
Materias volátiles	11.10 ,,	6.18 ,,	29.45 ,,
Carbón fijo	82.10 ,,	89.80 ,,	57.32 ,,
Cenizas	6.30 ,,	2.32 ,,	11.20 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico	8175	8247	7588
Azufre			3.21 %

Este carbón como se vé es muy variado en su composición, pero arde con gran facilidad y constituye un buen combustible. Los productos á que se refieren los ensayos que preceden, provienen de la mina Negrita, que se halla en el cruzamiento del filón-capa con uno de los filones, á 16 kilómetros del embarcadero de Rumichaca.

Rumichaca.—Corresponde á la prolongación hacia el NO. de los afloramientos de los filones-capas de Yacsacocha, y tienen situación privilegiada sobre todos los demás yacimientos de combustibles de la República, pues, ubicados como están en el km. 187 del ferrocarril Central, ningun otro combustible podrá competir con él, en lo que respecta á medios de trasporte.

Esta asfaltita es seca y difícil de quemar, pero mezclada con otras asfaltitas bituminosas ó con hulla, aunque sean de tan mala calidad como la de Goyllarisquizga, constituye un combustible ideal, no solo porque arde muy bien y con alto poder calorífico, sino porque produce un espléndido coke, con que se han hecho largas campañas de fundición en la oficina El Carmen (en Yauli) y es de tan buena calidad que la Cerro de Pasco Mining Co. la ha llevado hasta Smelter para mezclarla con el carbón de Goyllarisquizga, y fabricar el coke que ha usado con magnífico resultado en la fundición. Según los análisis practicados tiene la siguiente composición:

	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Promedio
Humedad..................	0.86 %	1.15 %	0.60 %	0.87 %
Materias volátiles....	16.14 ,,	8.25 ,,	11.22 ,,	11.87 ,,
Carbón fijo..............	75.50 ,,	87.00 ,,	81.19 ,,	81.23 ,,
Cenizas.....................	7.50 ,,	3.60 ,,	6.99 ,,	6.03 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico.........	7751 calorías			
Azufre........................				3.50 %
Densidad				1.250

La potencia de uno de los dos filones-capas, que en la superficie es solo de 0.60 m., aumenta notablemente en profundidad, pues á pocos metros es de dos metros y á 24 m. debajo del nivel denominado 200 tiene 6 metros de potencia, no sin haber alcanzado en una zona intermedia un máximo de 14 metros, pero a pesar de estos ensanchamientos, considerando una potencia de sólo un

metro con un desnivel de 105 m. que tienen los trabajos, en un reconocido de 270 m. sobre el total de los 750 que abrazan las minas allí ubicadas, hay una reserva avaluada de 36.500 toneladas.

De todos los combustibles de la República. las asfaltitas de Rumichaca, son las que á menor precio de costo pueden venderse en Lima, pues su costo de extracción es de S/. 3.00 y el de trasporte de S/. 7 por tonelada métrica, ó sea un precio total de Lp. 1 por tonelada, pero desgraciadamente no puede ser directamente usado en los hogares, y se hace necesario mezclarlo con un determinado tanto por ciento de asfaltita bituminosa, ó briquetearlas por medio de un aglutinante.

Lacsacocha.—Corresponde á la prolongación hacia el NO. de los afloramientos de la asfaltita de Yacsacocha y Rumichaca, que reaparecen en dicho lugar, y digo reaparecen porque la continuidad de la formación sedimentaria ha sido interrumpida por la irrupción de las andesitas de Morococha cuando tenía ya un recorrido continuo de unos 60 km. (distancia aproximada entre Suitucancha y Morococha) sin que esta reaparición perdure,pues siguiendo siempre al NO. en Punabamba aparecen otra vez las rocas eruptivas, dejando un tramo de más ó menos 20 km. hasta *Marcapomacocha*, donde vuelven las calizas con sus asfaltitas para continuar así sin solución de continuidad por unos 40 km. hasta las lagunas de Mariac. A partir de las que, si bien continúan las asfaltitas, ofrecen frecuentes interrupciones debidas á las rocas eruptivas.

Marcapomacocha.—En la región de Marcapomacocha, que corresponde a la parte Norte de la provincia de Yauli, ofrezco además de las informaciones del Ingeniero señor Romero, las que galantemente me ha proporcionado el Ingeniero señor Jorge Broggi, que tan bien ha estudiado esta zona, sobre la que suministra interesantes datos, sobre las asfaltitas ubicadas en los siguientes cerros:

Antacoto, donde las antracitas corren de N. á S. con inclinaciones de 50° al W. y potencia de dos metros con la siguiente composición:

	Broggi	E. de Ingenieros
Humedad	19.48 %	2.01 %
Materias volátiles	22.92 ,,	33.25 ,,
Carbón fijo	29.90 ,,	50.64 ,,
Cenizas	27.70 ,,	14.10 ,,
	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico Goutal	5500	7344 calorías
Azufre		3.58 %

Laipicocha.—La formación calcárea que encierra las asfaltitas tiene una dirección N. 25° W., inclinación de 65° al E. con potencias comprendidas entre 0.05 m y 0.60 metros estando compuestas por:

Humedad	2.42 %	1.78 %
Materias volátiles	17.34 ,,	12.82 ,,
Carbón fijo	61.24 ,,	74.50 ,,
Cenizas	19.00 ,,	9.90 ,,
	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico Goutal	6900	7700 calorías.

Huamanripa.—Las capas de asfaltitas corren con N° 55° W. y 85° de inclinacion al SW. y potencias comprendidas entre 0.70 y 1.05 metros teniendo:

	Broggi	E. de Ingenieros
Humedad	18.69 %	1.08 %
Materias volátiles	24.73 ,,	37.32 ,,
Carbón fijo	35.97 ,,	48.12 ,,
Cenizas	20.61 ,,	13,48 ,,
	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico Goutal	5500	7453 calorías.
Azufre		4.04%

En las tres regiones que anteceden, que fueron las estudiadas por el señor Ingeniero Broggi, calcula éste que hay un contenido de 15.000.000 de toneladas.

Yanahuachuco—(significa faja negra) por las asfaltitas que atraviesan longitudinalmente el cerro, las capas tienen potencias comprendidas entre 1 y 2 metros; la asfaltita tiene:

Humedad................	1.15 %
Materias volátiles..	39.60 ,,
Carbón fijo............	56.15 ,,
Cenizas....................	3.10 ,,
	100.00 %

Poder calorífico Goutal	7772 calorías
Azufre.....	5.12 %

Huarocchalan.—Continuando siempre al NO. se encuentra en la Hacienda Huáscar, una formación andesítica en cuya parte NO. hay una zona metamórfica que contiene calizas que interestratifican con asfaltitas muy mezcladas con calcitas, que tienen la siguiente composición:

Humedad.......	0.70 %
Materias volátiles...	28.20 ,,
Carbón fijo...............	25.20 ,,
Cenizas......................	45.90 ,,
	100.00 %

Poder calorífico Goutal	4850 calorías
Azufre............	4.18 %

Filones-capas del flanco oriental de la Cordillera

Puede decirse que los yacimientos de esta zona no han sido reconocidos, que sólo se tienen referencias sobre su existencia y el Ingeniero señor Romero refiriéndose á ellos dice: "Entre las localidades dignas de mencionarse en esta serie, están Junín y Carhuamayo, en donde existen unos filones-capas de asfalto vanadí-

fero pero excesivamente seco, pudiendo comparársele con un grafito".... "otro yacimiento que merece mencionarse, es el que se encuentra en el cerro Auno-Colpan, sobre el que existe la pertenencia Santo Domingo, vecina del pueblo de Carhuacayán. Este yacimiento ha producido grandes cantidades de combustible de llama larga"......"Cerca del pueblo de Carhuacayan, en terrenos de la hacienda Conoeancha, se encuentra un filón–capa en la vecindad de la laguna Huic–Huic–Cocha que contiene asfaltita de regular calidad, que se usó en las salinas de San Blas".

Filones en la formación interandina

Pariatambo y Yanaclara.—La primera región se halla á 5 km. de la Oroya, siguiendo aguas arriba el curso del río Yauli, y Yanaclara en la cumbre de la cadena de cerros que separan Huari de Huay Huay; en ambas hay gran abundancia de fósiles, y contienen filones–capas que corren de NO. á SE. rellenados por asfaltitas, que han sufrido la destilación de sus hidrocarburos volátiles, debido á la presencia de las rocas eruptivas.

Milagro.—A un kilómetro del pueblo de Huari, aguas arriba del río del mismo nombre, se presenta un filón vertical que corre de NO. á SE., tiene un metro de potencia y atraviesa casi perpendicularmente la quebrada de Huari; su relleno es idéntico al de la Lucha, y de él se han extraído algunas toneladas que se han usado en la oficina Andaychagua.

La Lucha.—Ubicada en la quebrada de Cuchis á 6 km. de la estación del ferrocarril de Huari. Cortando las estratas de calizas que corren de NO. á SE. ó sea siguiendo una dirección de NE. á SO. normal á ellas, se presentan dos filones, de los que, el llamado la veta grande tiene 2 metros de potencia y el otro algo menos.

De esta mina se han extraído fuertes cantidades de asfaltitas que se han quemado con éxito en las calderas de Yauli y Morococha.

"El carbón de la Lucha es muy bituminoso, comparable con los carbones del tipo bog–head que se emplea especialmente en la fabricación de gas de alumbrado, su poder calorífico es escaso y su estado físico muy pulverulento" á pesar de lo que tiene gran poder aglutinante, y mezclado con asfaltitas secas como las de Rumichaca, no solo da un espléndido combustible, sino que destilado produce un excelente coke, que se ha usado con éxito en la fundición de "El Carmen" en Yauli.

Esta asfaltita tiene la siguiente composición:

	No 1	No 2	No 3
Humedad	0.50 %	5.50 %	13.50 %
Materias volátiles.....	53.50 ,,	48.65 ,,	36.00 ,,
Carbón fijo..............	44.40 ,,	44.48 ,,	40.50 ,,
Cenizas	1.60 ,,	5.72 ,,	10.00 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico..........	7920	7539	4575
Azufre.....		5.01 %	5.20 %

El análisis Nº 1 corresponde á la asfaltita en trozos, el Nº 2, á la asfaltita en polvo que es como generalmente se halla, y se vé que en ella aumenta la proporción de cenizas, finalmente el análisis Nº 3 corresponde al promedio de ensayes sobre grandes lotes en la oficina La Victoria.

Chuicho.—Se halla á 20 kilómetros del embarcadero que tiene en Huari, á menos de 1 km. de la estación del ferrocarril; allí se observan varios afloramientos, pero solo se ha reconocido el que corresponde al filón principal, que tiene dos metros de potencia con que se le observa en más ó menos 1,500 metros de galería, pero después experimenta un gran ensanchamiento, subiendo esa potencia á 15 metros que puede considerarse como un *amás*.

Es la mina de asfalto mejor trabajada y preparada, pues podrá dar un rendimiento de 50 toneladas diarias; la asfaltita es muy bituminosa y de superior calidad y se la ha usado en Morococha, en Smelter, y en las locomotoras del ferrocarril de Oroya y Cerro de Pasco; tiene la siguiente composición:

Humedad	0.35 %
Materias volátiles...	40.45 ,,
Carbón fijo..............	55.23 ,,
Cenizas....................	2 31 ,,
	100.00 %
Poder calorífico......	7765 calorías
Azufre	4.90 %

Suitucancha.—Probablemente los filones de Suitucancha, tienen conexión con los de Chuicho, de los que distan 10 km.; aquí también se presentan afloramientos filonianos, sobre uno de los que se hizo un reconocimiento que por haberse derrumbado, no

pudo ser reconocido por el Ingeniero señor Romero, quien asegura que el combustible es de buena calidad, pero tiene el defecto de distar 35 km. de la línea férrea.

La Limeña.—Se halla á 12 km. de la línea férrea en la quebrada que va de Huari á Huay Huay; el filón se ha reconocido por una galería en dirección de 150 metros de longitud, la que ha demostrado que la potencia de 0.30 que tiene en sus afloramientos no aumenta.

Sarao.—Está situado á 5 km. al SE del pueblo de Chacapalca y 7 de la línea férrea, es una de las mejores regiones de asfalto, en ella se observan los afloramientos de 3 filones paralelos que como casi todos los demás de asfaltitas, corren de NO. a SE. en una gran extensión y cortan normalmente las estratas del terreno.

El Ingeniero señor Romero, refiriéndose á esta región, dice: "La potencia de los filones es en general bastante apreciable en la superficie, no permitiendo el estado de derrumbe de los trabajos consignar el dato referente á las dimensiones de las masas ó ensanchamientos que existen y de donde en época no lejana, se extrajeron algunas cantidades de carbón que fueron empleadas con el mejor éxito en el laboreo de las minas de Morococha".

"El asfalto de Sarao, es seguramente uno de los mejores, bajo el punto de vista de su aprovechamiento como combustible; puede ser asimilado á una hulla grasa, de elevado poder calorífico y poca ceniza. El yacimiento ha sido seriamente reconocido poniéndose en evidencia su importancia".

La asfaltita de Sarao, tiene la siguiente composición:

Humedad	0.10 %	0.90 %
Materias volátiles	40.70 ,,	52.50 ,,
Carbón fijo	58.15 ,,	42.60 ,,
Cenizas	1.05 ,,	4.00 ,,
	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico	8024	6391

Pachacayo.—En la hacienda de este nombre, que tiene una estación del ferrocarril, en la línea de la Oroya á Huancayo, hay varios filones de asfaltita, siendo las principales las siguientes; El del cerro Escabón á 4 km. del ferrocarril, tiene astiales verticales, una potencia de 1 metro y corre de NE. á SO., el asfalto se

muy bituminoso y se reblandece bajo la accion del calor; solo tiene pequeños reconocimientos que no permitieron al Ingeniero señor Romero, juzgar su extensión é importacia.

El del cerro Valiente á 7 km. al NO. de Escalón, es un filón que tiene reconocimientos de cierta importancia, que han demostrado que existe abundante asfalto, que es de igual calidad que el anterior.

En la quebrada de Nuñuuhuayoc en el cerro Aziag-pachacan existe un filón-capa que tiene 0.40 metros en sus afloramientos, pero los trabajos hechos demuestran que se ensancha en profundidad; la asfaltita es bituminosa, de buen poder calorífico, y constituye un buen combustible.

Finalmente, á tres kilómetros al NO. del anterior lugar y á 20 km. de la línea férrea, en Cucharayoc ó Buena Cama, hay un filón de más de un metro de potencia que corriendo de NE. á SO. cruza ambos flancos de la quebrada. Los afloramientos recorren una gran extension, y sobre él se han hecho varios cateos; el asfalto es muy bituminoso y arde con llama fuliginosa.

Inke.—A 5 kilómetros de la estación de Huari, aguas arriba del río Mantaro, se observan varios afloramientos de filones que parecían no tener importancia, hasta que el reconocimiento de uno de ellos, descubrió un depósito considerable de asfalto. El yacimiento es irregular pero con tendencia al tipo filioniano, ofreciendo frecuentes cambios de potencia y dirección. El filón, que es vertical, corre de NE. á SO. y en general tiene un metro de potencia, que ofrece frecuentes ensanchamientos, y si bien el asfalto es inferior al de Chuicho, constituye un buen combustible que tiene la ventaja de estar sobre la línea férrea.

Hulleras de Jatunhuasi (1)

Las primeras noticias sobre la existencia de minas de carbón en Jatunhuasi, fueron suministrados en 1891, por el Ingeniero señor Pedro Félix Remy, quien refiriéndose á la oficina "El Carmen" en la provincia de Yauli, indica que esa fundición sólo consumía combustible nacional, que se obtenía de "unos magníficos yacimientos de hulla, que poseía en Jatunhnasi de la provincia de

(1)—B. de M. I. y C.—Tomo VII.—P. F. Remy.
B. de la Soc. N. de M.—Año II, No 24.—Carlos E. Velarde.
B. del C. de I. de Minas —N° 35—E. I Dueñas.
Informe sobre Jatunhuasi,—E. I. Dueñas.

Jauja, de los que extraía una hulla grasa de excelente calidad, con la que empleando el método de montones y hornos panaderos elaboraba un coke de superior calidad, que sólo se diferenciaba del inglés por su menor densidad, pues por lo demás tenía todas las buenas condiciones de éste".

En 1899, el Ingeniero Carlos E. Velarde, en "Apuntes sobre la minería en Yauli" suministraba algunos datos sobre los yacimientos carboníferos de Llacsacocha, Pomacocha y Huari y señalaba también, como cuenca productora del carbón que se usaba en Yauli, á Jatunhuasi, que dice se encontraba á 20 leguas (100 km.) de distancia.

En 1905 primero y en 1913 después, el Ingeniero señor Enrique I. Dueñas ha hecho detenido estudio de esta región, que en la segunda época completó con planos topográficos, geológicos, etc. y refiriéndose á la historia de la minería en Jauja y Huancayo, se limita á decir, tratándose de Jatunhuasi: "Las hullas de Jatunhuasi, por 1878 eran ya conocidas y en Morococha, la casa Pflücker aprovechaba en su hacienda mineral los carbones procedentes de allí".

"Cuando más tarde (1889) el Ingeniero Chiaponi, fundió en el horno de manga del Carmen (Yauli), lo hizo utilizando el coke fabricado en Jatunhuasi, en el horno que construyó don Federico Fowler, y que dicho sea de paso, fué el primero que se estableció en esa región".

Sensible es, que tratándose de una región como Jatunhuasi, no se tengan más datos sobre su historia.

Aunque el mismo Jatunhuasi se halla sobre la cordillera occidental de los Andes, en territorio de la provincia de Huancayo, como los yacimientos carboníferos se extienden por el N. y por el S. dentro de esta provincia, pero que por el N. pasan ya á la de Jauja y por el O. á la de Yauyos, será conveniente conservar el nombre de Jatunhuasi dado oficialmente por decreto de 7 de noviembre de 1912, a toda la región comprendida entre los ríos Pachacayo, Moya, Mantaro, Vilca ó Huaquis, Tomás y Huancach ó Tingo.

Siendo tan extensa la región carbonífera convenida en llamar Jatunhuasi, se comprende lo difícil que es señalar sus distancias á las líneas del ferrocarril á Huancayo, por la que deberá explotársela, pues estas distancias variarán según los diferentes lugares de que se consideren; porque si hay yacimientos que se hallan á 70 km. de Pachacayo, por donde se proyecta construir un ramal del fe-

rrocarril, otros como los de Cachis se encuentran á 70 km. de Huancayo, por donde tambien podrá construirse dicho ramal, ú otro independiente del primero; entre tanto que los yacimientos carboníferos de Chongos altos, se hallan más próximos del ferrocarril que de Huancayo vá a Ayacucho, siguiendo ese ramal el curso del río Moya, lo que hace ver, que si el ramal se construyera por Pachacayo (70 km.) el carbón para llegar al Callao, necesitará recorrer por ferrocarril km. 332.700. cuya distancia aumentará á 415.900 km. si se construye el ramal de Huancayo á Cachis y esta distancia aumentará más aún para el carbón de Chongos altos, lo que demuestra que la región misma de Jatunhuasi que se halla á 70 km. de Pachacayo, por su ubicación, es la que mejores condiciones ofrece, para ser explotable, pues comparada con la de Cachis representa un menor costo de S/. 2.08 por tonelada de carbón trasportado.

Por lo que respecta á la constitución geológica de la región, el Ingeniero señor Dueñas, refiriéndose á ella, dice: "Cuando se trafica por las varias quebradas que existen en la región de Jatunhuasi, y sobre todo por las que cortan normalmente la línea de dirección de las capas sedimentarias que por allí afloran, el primer rasgo tectónico que salta á la vista del observador, por su notable persistencia, es el referente al constante arrumbamiento medio de NO. á SE. de estas estratas, asi como el hecho de que se encuentran fuertemente plegadas y atravesadas en algunos lugares por rocas cristalinas".

"Respecto á los sedimentos, que cubren tanto como el 95 % de la superficie de ese territorio, puede establecerse paleontológicamente que corresponden á edades diversas, pues hay tanto cuaternario y terciarios, como álbicos, ápticos, neocomianos y liásicos, amén de una formación eruptiva, referible al sistema carbonífero en parte. En atención á esta misma diversidad de edades en las formaciones, vamos á describirlas por agrupaciones separadas, siguiendo un orden cronológico ascendente".

"a)—El terreno más profundo que hemos hallado puede considerarse en términos generales como del sistema carbonífero".

"Esta facie está representada por un grupo de rocas eruptivas de lo más variado en que se destaca su composición básica y su textura porfírica, siendo sus tintes en unos casos rojizos y en otros oscuros (porfiritas y basaltos) "Dicha facie se extiende en forma continua desde las alturas del pueblo de Jarca, hasta más

allá de la capilla de Yanacancha, afecta la forma de una almendra alargada de 12 km. en la dirección NO. á SE., que abarca una superficie de 40 km. cuadrados.

"b)—A la facie anterior síguela en antigüedad y sobrepuesta la formación que corresponde á la serie *liásica*. Esta serie está representada por un poderoso paquete de calizas y areniscas, que alcanzan un espesor variable entre 400 y 600 metros. Encontrándose las primeras en la parte alta, que por ser fosilífera se ha podido clasificar en el Lías, y las segundas en la zona baja sin contener fósiles, que por su concordancia estratigráfica con las calizas pueden considerarse igualmente liásicas".......“Para terminar con este párrafo sobre el lías de Jatunhuasi, réstame añadir la existencia de una notable y desarrollada estratipizarrerría de color negro muy bituminoso y con pronunciado olor á petróleo. Esta estrata que se halla por todas partes, encierra en su seno masas lenticulares de asfaltitas con ácido vanádico".

"c)—Sobre la formación liásica que acabamos de describir se tiene una constante y muy visible estrata de conglomerado, que alcanza hasta 10 metros de espesor, constituída por piedras rodadas de calizas y cuarcitas, cementadas todas por una mezcla de arena con arcilla y cal. Esta estrata cuyo interés geológico no es posible desconocer, asoma su masa al exterior por todas partes, y así la tenemos por la vecindad de la casa de Jatunhuasi, por las nacientes de las quebradas de Apaguay y Acocancha y en la ruta de Atapongo á Cerpaquino. Aflora además por los alrededores de Yanacocha y Chorrillos, por los altos del caserío de Jarpa, en el cerro Yanacorral y por las cumbres de la vertiente del distrito y pueblo de Colca".

"Como entre las piedras que forman aquel conglomerado se ven fósiles del lías, su edad resulta manifiestamente postliásica, y sin discusión preneocomiana, si se atiende sobre todo á que con-concordante sobre él yace el potente paquete con hasta 200 metros de espesor constituído por areniscas blancas silicosas cuyas estratas se alternan con otras de pizarras bituminosas, que á su vez encierran en su seno importantes mantos de hulla con improntas de la flora neocomiana".

"d)—A la formación anterior de asperones neocomianos y en normal sucesión estratigráfica con ella, le sigue el horizonte aptiano, que está representado en Jatunhuasi por un conjunto de rocas calcáreas de colores blanquecinos y grisáceos más ó menos

arcillosas, verdaderas margas en muchos casos; mostrándose silicificadas en algunos sitios, especialmente en la vecindad de las areniscas sobre las que se han depositado".

El espesor de este horizonte es de 200 a 300 m.

"e)—Superpuesto al horizonte aptiano y también en evidente concordancia estratigráfica, se tiene el piso álbico, representado por una agrupación de calizas claras y grises, ya puras ya margosas en diverso grado, acompañadas por algunas hiladas de dolomias con tintes amarillentos, más una capa de pizarra negra bituminosa con 1 á 3 m. de potencia".......

"f)—A continuación del álbico paleontológicamente fijado y descrito precedentemente y contando en forma ascendente se observa concordantemente con él, una serie de estratas de calizas compactas más ó menos claras, ya inodoras, ya fétidas, y dentro de las cuales asoman á la superficie en muchos sitios bancos estratificados de rocas eruptivas de textura porfírica y tintes oscuros".

"A esta serie de estratas calcáreas sucede siempre concordantemente y á partir de abajo para arriba una interesante facie, como de 300 metros de espesor con buzamiento al SO, constituída por pizarras grises y rojizas, de naturaleza arcillosa, á veces ligeramente silicosas, que se alternan con delgadas hiladas de calcáreo algo impuro, y coronado por un grupo de areniscas blanquecinas, silicosas, acompañadas por un conglomerado de rodados de cuarcita unidos por un cemento de arcilla rosácea con arena más ó menos fina. Como en esta facie no hemos hallado fósiles, se hace difícil fijar su edad; no obstante, por la concordancia anotada puede afirmarse que sea postálbica y que represente quizás, los últimos mesozoicos de toda esa región de Jatunhuasi concediéndole así una edad preterciaria".

"Finalmente, podemos terminar diciendo que hay 4 parajes en donde se tienen bien destacadas las facies descritas, que son: entre Yanacocha, Queroc y Acao, entre Negro Bueno, Caja Real y Cachi, por la zona de Ichuacruz á Huisquihuta y por la Sasa. Altimétricamente podemos agregar que el primer paraje enumerado es el más bajo de todos, ocupando los tres restantes las partes elevadas, el mismo divortium aquarum de la Cordillera de los Andes".

"g) El terciario está representado en la región de Jatunhuasi por sedimentos lacustres que descansan horizontal y discordantemente sobre los diferentes pisos plegados y luego erosionados

del mesozoico descrito en los párrafos anteriores. Ante todo debemos hacer notar que la edad que les hemos asignado á dichos sedimentos lacustres no se apoya en dato alguno paleontológico sino simple y llanamente en consideraciones generales de tectónica y estratigrafía".

"Por lo demás, litológicamente consiste dicha formación lacustre en tufos riolíticos blanquecinos en la parte baja, recubiertos por una estratificación hasta de 30 m. de espesor de una calcárea".

"Esta calcárea de color blanco lechoso es una verdadera toba ó travertino cuyo origen se reconoce en el acto al examinar un trozo cualquiera de esa roca"......

"h)—Finalmente, para rematar esta descripción de los terrenos principales que se ven por la región de Jatunhuasi, tenemos que citar los depósitos correspondientes al pleistoceno, constituídos por restos de conchales y de formaciones aluviales que apenas si merecen ser detalladas".

"El primer resultado notable que se obtiene es, que del *Lias*, esto es, del infrajurásico, se pasa inmediatamente al neocómico, que como se sabe corresponde al infracretáceo; quiere pues decir, que se tiene una importante laguna, toda vez que hay allí ausencia de el sistema supra y medio jurásico".

"Esta laguna sugiere la existencia de una faz continental en la región de Jatunhuasi durante el largo período de tiempo que abarca el jurásico superior y medio, esto es, de tierra emergida en que el conglomerado post liásico ya descrito diseña la ribera oceánica marcando con la sedimentación neocomiana de asperones, pizarras y carbón, el comienzo de un avance del mar ó sea de una trasgresión marina que se continúa sin interrupción por los tiempos aptianos y álbicos, en que culmina para cerrarse luego el ciclo de deposición con otra regresión del mar que la patentiza la facies postalbiana también explicada precedentemente y en que se vé que sus rocas constitutivas procedentes de tierra firme denuncian cada vez más y más, la paulatina disminucion de la profundidad de las aguas en que se asentaran dichos depósitos terrígenos, pues, como ya hemos hecho ver, mientras que en su parte baja se tienen pizarras y rocas de delgadísimas hiladas de calcárea con yeso, en la del medio hay arenisca y finalmente en las más altas el conglomerado bien desarrollado y potente".

"El segundo hecho interesante que se desprende del examen del terreno estudiado, es el relacionado con la gran actividad eruptiva que reinó desde el Lias hasta la última regresión marin

precitada, que se verificó en los comienzos del terciario emergiendo todo plegado el geosinclinal mesozoico que forma hoy la Cordillera de los Andes".

"Para corroborar este juicio no tenemos sino que hacer referencia á la constante presencia de rocas de derrame interestratificadas con los sedimentos normales. Así por ejemplo en las capas de neocomiano y del áptico se tienen basaltos y en las del álbico porfido rojizo, no tan básico. Finalmente, durante el proceso mismo de la formación de los Andes en el territorio que estudiamos se tuvo otras intrusiones notables".

Interestraficadas en las capas mesozoicas de la región de Jatunhuasi, se observan capas de carbón que habiendo experimentado las mismas vicisitudes tectónicas que las estratas que las encierran, ofrecen pliegues más ó menos comprimidos con sus charnelas destruídas por la erosión, lo que origina soluciones de continuidad y da al yacimiento la característica de cubetas sinclinales de mayor ó menor agudeza y hondura con paredes más ó menos inclinadas.

No existen datos respecto a la existencia de fallas; las observaciones respecto al clivaje del carbón son muy deficientes y por lo que respecta á la solidez de los astiales, puede clasificársela como media.

El carbón de estos yacimientos ofrece buen aspecto físico, es de color negro lustroso, compacto, y soporta bien el transporte produciendo poco menudo; arde con llama larga y calcinado en recipiente cerrado da coke cuya bondad depende de la región de que proviene, pues mientras que las pruebas hechas en Smelter (Cerro de Pasco) sobre 10 toneladas de carbón de Negro Bueno, en la región misma de Jatunhuasi, dieron un coke duro de tamaño apropiado para la fundición y con 16 % de cenizas, las mismas pruebas sobre carbón de Aida y New-Cardiff, dieron resultados mediocres. El Ingeniero señor Dueñas tratando de la cokefacción dice: "Pero si en tesis general, los carbones de Jatunhuasi son transformables en coke, su calidad no ha sido siempre igual, especialmente en el grado de aceptación para los usos de la metaturgia en horno de manga, uno de los fines á que más se ha querido dedicarlos y asi tenemos que á excepción de las hullas de Negro Bueno, que han dado buen producto, las de otra procedencia han rendido coke algo frágil, y por lo tanto inaparente".

El carbón de Jatunhuasi, pertenece á la categoría de los bituminosos, es una hulla grasa, con 30 á 40 % de materias volátiles

en que el promedio de todos los análisis sobre ellas practicados ofrece la siguiente composición:

	Jatunhuasi		Yanacancha
	No 1	No 2	
Humedad	2.48 %	1.97 %	5.37 %
Materias volátiles..	30.79 ,,	32.69 ,,	37.69 ,,
Carbón fijo.............	49.91 ,,	54.36 ,,	44.74 ,,
Cenizas....................	16.82 ,,	10.98 ,,	12.20 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico.....	6724	7282	6202 caloríos
Azufre......................	menos de	1.5 %	

El análisis Nº 1 corresponde al promedio de 23 muestras de la región de Jatunhuasi propiamente dicha, el Nº 2 de igual procedencia, en la que en una extensión de 20 km. comprendidos entre Sihuain y Tablamach, la fundición de Backus y Johnston de Casapalca, hizo el correspondiente estudio y muestraje y la Nº 3 representa el promedio de 8 ensayes hechos sobre el carbón de Yanacancha, que es una sección de la convenida en denominar Jatunhuasi, que se halla hacia el SE. de Jatunhuasi propiamente dicho.

El Ingeniero señor Dueñas, mediante una línea imaginaria que partiendo de Vilca termina en Queros, divide la región carbonífera en dos secciones, que denomina Jatunhuasi á la que queda hacia el Occidente y Yanacancha á la del Oriente , y hace notar que bajo todo punto de vista, la primera es superior á la segunda. Además de estas dos secciones hace una subdivisión en las siguientes sub-secciones:

a.)—Aihuin, Negro Bueno, Tablamachay.
b).—Jatunhuasi, Challapa, Apahuay.
c).—Tablamachay, Yanapaccha, Vilca.
d).—Huascacocha, Yacsa, Pilpe.
e).—Sicaruyo, Conepaco, Cerpaquino.
f).—Hornillo, Vicuña, Punco, Huayllacocha.

Sección Jatunhuasi

a)—La subsección Aihuain, Negro Bueno, Tablamachay, abarca una longitud de más o menos 20 km., es la más explorada y

explotada, pues por muchos años ha proporcionado el coke que se consumía en la fundición de Yauli y comprende las siguientes minas.

Aída.--Donde afloran dos mantos de carbón, incompletamente destacados, y separados entre sí por areniscas y pizarras que tienen un metro de espesor, las capas se hunden con ángulos de 40º á 45° al OSO, y la mejor tiene una potencia de 0.80 m. (no Indica Dueñas el espesor de la segunda capa de carbón).

El carbón de Aída que por su destilación en vaso cerrado da coke, tiene la siguiente composición.

	No. 1	No, 2
Humedad..................	2.09 %	1.50 %
Materias volátiles....	32.94 ,,	30.20 ,,
Carbón fijo..............	53.12 ,,	58.30 ,,
Cenizas.....................	11.85 ,,	10.00 ,,
	100.00 %	100.00 %
Densidad.....................	1.2	1.3

Selica.—Ha sido muy explotada y ha producido la mayor parte del coke usado en la fundición de El Carmen en Yauli.

Las capas (no se indica su número ni potencia) buzan 35° al OSO., el carbón dá coke, despide ligero olor á gas sulfuroso, ensayado por azufre no llega á 1 % cuando está libre de pirita y contiene:

	No. 1	No. 2	No. 3
Humedad................	1.00 %	2.25 %	1.70 %
Materias volátiles...	36.20 ,,	32.40 ,,	32.00 ,,
Carbón fijo..............	58.00 ,,	57.70 ,,	57.80 ,,
Cenizas.....................	4.80 ,,	7.65 ,,	8.50 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Densidad..................	1.22	1.25	1.30

Negro Bueno.—Es la más acreditada por ser la que produce mejor combustible, ofrece dos capas con potencias comprendidas entre 0.80 y 1 y metro que se hunden de 20 á 25º al OSO. Su carbón se compone de:

	No. 1	No. 2
Humedad	3.10 %	2.21 %
Materias volátiles..	29.85 ,,	31.20 ,,
Carbón fijo	58.22 ,,	61.33 ,,
Cenizas	8.83 ,,	5.26 ,,
	100.00 %	100.00 %
Densidad	1.20	

El análisis Nº 2 corresponde al promedio obtenido sobre 7 muestras tomadas y analizadas por cuenta de Backus y Johnston.

Cleopatra.—Al SE. de Negro Bueno tiene una capa de carbón de 1 metro de potencia que buza 22º al SO. y acusa la siguiente composición:

	No. 1	No. 2	No. 3
Humedad	2.00 %	1.90 %	1.50 %
Materias volátiles....	30.00 ,,	27.00 ,,	32.50 ,,
Carbón fijo	38.00 ,,	32.60 ,,	42.50 ,,
Cenizas	30.00 ,,	38.50 ,,	23.50 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Densidad	1.18		
Coke		72.40 %	67.00 %

Los análisis 2 y 3 corresponden á análisis practicados sobre muestras tomadas por cuenta de Backus y Johnston.

Esperanza, New Cardiff, Concordia.—Se hallan á 5 km. al SO. de la anterior, ofrecen dos capas de carbón con potencia que no llega á un metro (cada una ó las dos) y la inclinación de 20º al SE. que tiene Esperanza, pasa á 40° en Concordia, se extienden por 7 km. al NO. de la quebrada de Tablamachay y han sido trabajadas rindiendo mucho carbón, que acusa:

	Esperanza	New Cardiff	Concordia
Humedad	2.00 %	1.00 %	2.00 %
Materias volátiles.	31.00 ,,	34.50 ,,	30.00 ,,
Carbón fijo	56.60 ,,	56.00 ,,	46.00 ,,
Cenizas	10.40 ,,	8.50 ,,	22.00 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Densidad	1.80	1.30	1.30

b).—Jatunhuasi, Chayapata, Apahuay

Esta subsección corre paralela al SE. de la anterior, que geológicamente corresponde á la misma formación. Comprende las siguientes minas.

Magdalena—Ofrece dos capas de carbón que buzan 55° al SO. separadas entre sí por un tabique ó estrata de 1.50; la capa principal de carbón tiene 0.80 metros de potencia (y la otra ?) y acusa:

	No. 1	No. 2
Humedad	2.00 %	3.20 %
Materias volátiles	40.00 ,,	32.80 ;,
Carbón fijo	45.60 ,.	53.50 ,,
Cenizas	12.40 ,,	10.40 ,,
	100.00 %	100.00 %
Densidad	1.5	1.4

Cata al pie de Chapamata.—Presenta una capa de carbón de 1.20 de potencia, que está mezclada con pizarra y contiene mucha pirita; acusa la siguiente composición:

Humedad	4.05 %
Materias volátiles	25.68 ,,
Carbón fijo	38.82 ,,
Cenizas	31.45 ,,
	100.00 %

c).—Tablamachay, Yanapaccha, Vilca

Refiriéndose á esta subsección dice el Ingeniero señor Dueñas: "Inspeccionando atentamente desde Tablamachay, pasando por Tuclo hasta la quebrada de Moya, la prolongación de los afloramientos de carbon, Aihuin, Negro Bueno, Tablamachay, se llega á las conclusiones de que si bien continúa la pizarra carbonosa,

carece en todos los puntos examinados de combustible con espesor digno de ser citado, pues apenas si se halla minúsculas é irregulares mandritas de carbón.

"Desde luego este hecho no autoriza una generalización tan amplia como para comprender á toda esa subsección, toda vez que ni la magnitud de los picados efectuados ni su número mismo tienen significación propia. Así los picados apenas si son simples escarbes del terreno superficial, y en cuanto á su cantidad y locación son tan raros y tan esparcidos entre ellos, que sólo para reforzar nuestra opinión indicaremos que no pasan de cuatro no obstante de tratarse de un corrido de 40 km.

"Quiere pues decir que la subsección en cuestión constituye tan solo un vasto campo para el cateo sistemático, que habrá que comenzarlo por los afloramientos, para obtener una primera locación de las zonas que pueden ofrecer mayores espectativas industriales".

d).—*Huascacocha, Llacsa Pilpe*

Esta subsección presenta capas que se hunden de 40 á 50° al NNO. y "corren fronterizamente á las de Aihuin, Negro Bueno y Tablamachay, cuyas estratas buzan con ángulos variables al SO. Esta convergencia en los buzamientos de una y otra banda hacia la quebrada que queda entre ellas, sugiere la idea de que se tenga allí una hoya de sinclinal. cuya real existencia habrá que averiguar por sondajes directos".

Los aflorамieneos carboníferos están bien destacados y comprenden la mina:

Huascacocha.—Que presenta una capa de carbón de 0.60 metros de potencia, algo parada, que produce coke y se compone de:

Humedad................	1.00 %
Materias volátiles....	32.00 ,,
Carbón fijo...............	48.50 ,,
Cenizas	18.50 ,,
	100.00 %

Densidad.................. 1.50

e)—Shicoruyo, Canipaco, Cerpaquino

Los afloramientos carboníferos de esta subsección son la continuación de la anterior, al Occidente de la que se halla; constituyen el fondo de un sinclinal bien destacado que en más ó menos 27 km. se extiende desde unos kilómetros antes de Shicorugo hasta Cerpaquino y comprende las siguientes minas:

Jatunpalca—Tiene una capa de carbón de 0.50 de potencia que buza 30º al SO., contiene mucha pirita y destilado en vaso cerrado produce un semi-coke; contiene:

	No. 1	No 2
Humedad..................	4.00 %	2.15 %
Materias volátiles....	41.00 ,,	23.99 ,,
Carbón fijo..............	42.50 ,,	64.26 ,,
Cenizas......................	12.50 ,,	9.60 ,,
	100.00 %	100.00 %
Densidad..................	1.40	1,25

Coke—Presenta un manto de 0.50 de potencia que buza 50° al SO. que da un carbón que aglomera bien, produce coke y se compone de:

Humedad...........................	2.19 %
Materias volátiles.........	25.14 ,,
Carbón fijo....................	42.72 ,,
Cenizas...........................	29.95 ,,
	100.00 %

f).—Hornillos, Vicuña Punco, Huayllacocha

Es la subsección más occidental de las estudiadas por Dueñas; tiene una longitud de más ó menos 35 km., corresponde al territorio de la provincia de Yauyos, y presenta afloramientos que pertenecen á una de las piernas de un anticlinal ya erosionado y destruído, cuya segunda pierna se halla al E. de la subsección.

Hornillos.—Ofrece una capa de carbón de 0.60 m. de potencia y otras delgadas de pizarra. La primera dá un semi-coke cuando se la destila, y tiene la siguiente composición:

Humedad..................	2.95 %
Materias volátiles......	21.95 ,,
Carbón fijo	67.90 ,,
Cenizas	7.20 ,,
	100.00 %

Huayllacocha—Tiene un estrato de pizarra carbonosa de 2 metros de potencia, que solo contiene 0.80 metros de carbon, que por el calor experimenta un principio de aglomeración y que se compone de:

Humedad..................	5.84 %
Materias volátiles.....	27.48 ,,
Carbón fijo...............	20.33 ,,
Cenizas	46.35 ,,
	100.00 %

Vicuña Punco.—Presenta una capa de carbon de 0.40 m. de potencia, de carbón muy impuro que tiene:

Humedad..................	5.84 %
Materias volátiles......	27.48 "
Carbón fijo...............	20.33 ,,
Cenizas	46.35 ,,
	100.00 %

Sección Yanacancha

Sus afloramientos carboníferos se prolongan sin interrupción por 46 km. sobre un ancho de 15 km. que comenzando en Acac van hasta la confluencia del río Moya con el Mantaro, extendiéndose además tanto hacia el N. como al S. La región está poco trabajada y contiene las siguientes minas:

De la Peruvian Corporation.—Que comprende Huancayo, Enrique, Julia y Socorro, en la quebrada de Yanacancha sobre el cerro Curochaya. El Ingeniero señor Dueñas dice "Esta propiedad ha sido trabajada por dos puntos alto y bajo, este último á 100 metros más profundo que el anterior y consiste en un socavon hoy derrumbado en parte," pero no indica si se trata de unn ó dos capas de carbón, indicando tan solo que el siguiente análisis se practicó sobre un común tomado del carbón existente en la cancha, que está cargado de pirita:

Humedad....................	6.62 %
Materias volátiles......	37.98 ,,
Carbón fijo................	42.05 ,,
Cenizas......................	13.35 ,,
	100.00 %

y que el común extraído de la labor alta dió:

Humedad....................	6.25 %
Materias volátiles......	39.78 ,,
Carbón fijo................	33.12 ,,
Cenizas......................	18.85 ,,
	100.00 %

Este carbón ofrece buen aspecto y se presenta con una potencia de 0.40 á 0.60 metros.

Zeppelin.—A 9 kilómetros al ESE. de las anteriores, produce más ó menos 300 toneladas anuales, tiene 0.60 metros de potencia. y la capa de carbon que se ve parada y hundiéndose al SO. tiene la siguiente composición:

	No 1	No 2	No 3
Humedad..................	4.00 %	4.27 %	3.60 %
Materias volátiles.....	41.00 ,,	30.08 ,,	34.00 ,,
Carbón fijo.	42.50 ,,	52.55 ,,	46.70 ,,
Cenizas......................	12.50 ,,	13.10 ,,	15.70 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Densidad....................	1.30	1.25	1.22

Por el calor experimenta un principio de aglomeración y á veces se cokeifica.

Amelia—Produce aproximadamente 300 toneladas al año. Las dos capas de carbón están paradas y buzan 70° al SO,; una de las capas tiene potencias comprendidas entre 0.50 y 0.80 metros; la contigua está poco explorada. Su carbón tiene la siguiente composición:

	No 1	No 2
Humedad................	6.03 %	9.00 %
Materias volátiles..	41.95 ,,	35.20 ,,
Carbón fijo.............	47.57 ,,	50.90 ,,
Cenizas..............	4.45 ,,	4.90 ,,
	100.00 %	100.00 %

Cokifica bien y no es muy piritoso.

Tripolina.—La capa de carbón aflora á orillas del río Mantaro. en terrenos de la hacienda Chancas, pero solo tiene 0.20 metros que no han aumentado no obstante haberla reconocido en más de 100 metros. El carbón aflora bien y tiene la siguiente composición:

Humedad..................	3.00 %
Materias volátiles.....	51.40 ,,
Carbón fijo...............	42.40 ,,
Cenizas..........................	3.20 ,,
	100.00 %

Tanto en la sección de Jatunhuasi como en la de Yanacancha existen otras capas que han sido descritas por el Ingeniero señor Dueñas, pero como tienen poca importancia y no dá el análisis del carbón que contienen, ni la potencia de este, he prescindido de hacer la síntesis de ellas.

El Ingeniero señor Dueñas al ocuparse del "avalúo de la existencia probable de hulla", teniendo en cuenta los datos proporcionados por los actuales trabajos superficiales, y simplificando los cálculos, encierra el área carbonera en un trapecio que tiene 50 km. de altura y sus bases 30 y 58 km. respectivamente,con lo que obtiene una superficie de 2200 kilometros cuadrados, de la que se deduce un 25 % para la parte esteril, obteniéndose una superficie neta de 1650 kilómetros cuadrados, que con una potencia media de 0.50 metros que asigna en promedio á la capa carbonífera, y una densidad de 1 para ella, obtiene 325 millo-

nes de toneladas, y considerando un coeficiente de aprovechamiento de 0.35 reduce á 297 y medio millones de toneladas, que relacionándolo á la superficie de 1650 kilómetros, cuadrados dá una existencia de 183,303 toneladas de carbón por kilómetro cuadrado en la superficie estudiada, y termina así:

"Asignando al carbón el valor in situ de Lp. 1 por tonelada útil, las carboneras de Jatunnuasi pueden comercialmente considerarse representando Lp. 297.500.000. Como lo menos que puede ganarse por cada tonelada neta negociada es Lp. 0.1.00, bien se comprende que la utilidad total sería de Lp. 29.750.000.

Del estudio del Ingeniero señor Dueñas, sobre la región de Jatunhuasi extracto las siguientes cifras:

Para los trabajos de exploración ó reconocimiento que suministren una idea sobre la importancia de la región,

Lp. 315.500

que relacionadas con la superficie reconocida, representa un valor de *Lp. 619.0.00* por kilómetro cuadrado y de *Lp.0.0.03* por tonelada de carbón descubierta.

Para la producción anual de 150.000 toneladas de hulla y 50.000 toneladas de coke, lo que teniendo en cuenta las pérdidas de destilación representa una explotación de 250.000 toneladas,

Lp. 630.000;

sin incluir en esta suma, el costo del trasporte á los centros de consumo, considerando el que, dicha suma sube á

Lp. 957.000,

lo que en el primer caso representa un costo de

Lp. 2.9.00

y en el segundo de *Lp. 3.8.03*

por tonelada útil que se extraiga anualmente, y dice Dueñas: "Estos dos resultados hablan con claridad de lo que representa el esfuerzo financiero necesario para equipar y poner en actividad negocios carboneros en el Perú".

Para la producción anual de: 1,000.000 de toneladas de hulla, y *150.000* toneladas de coke que considerando las pérdidas por destilación representan 1.300.000 toneladas de carbón extraído de las minas.

Lp. 5.702.850

lo que representa *Lp. 4.3.09*

como capital de instalación por tonelada útil á explotar por año, estando comprendida en esta cifra la instalación de los medios de transporte á Pachacayo y Bujama y la habilitación de esta última caleta.

Esta explotación de 1.300.000 toneladas de carbón proporcionaría trabajo á 5.200 hombres.

Las cifras que preceden se refieren a los costos de instalación; que, por lo que respecta á los de producción para 250.000 toneladas por áño, calcula estas en:

Lp. 1.3.67 por tonelada de carbón
Lp. 2.9.34 para la tonelada de coke.

incluídos en estas cifras los gastos de intereses, amortización, etc.; y para 1.300.000 toneladas anuales en:

Lp. 0.9.07 por tonelada de carbón
Lp. 2.4.74 por tonelada de coke.

CARBÓN DE AYACUCHO (1)

De estos yacimientos todo lo que se sabe, es lo que sobre ellos dice, que es bien poco, el señor Feliciano Urbina, al tratar de la geología de Huanta: "tomando el mismo punto de partida (Huanta) y con dirección al NE. después de una ascensión de 3 leguas menos pendientes que la anterior, en terreno de areniscas, arcilla y limonita fina, que se emplea en la pintura, se halla el ingenio mineral de Culluchaca, (puente de madera) conocido ya en el mundo científico por los trabajos del señor Raimondi; quien mediante los fósiles que encontró, ha determinado que

(1)—Boletín de la Sociedad Geográfica, Tomo I, Nº 1.—F. Urbina.

estos terrenos pertenecen á la formación carbonífera. Esta opinión está corroborada por el reciente descubrimiento de capas de carbón de piedra á 4 leguas del lugar, en las alturas del pueblo de Tambo (provincia de La Mar) por el ciudadano norteamericano M. Larrabi, y cuya calidad de excelente".

"Los propietarios de este ingenio mineral, señores Francisco y Manuel Perez, explotan los ricos filones de Ccorihuillca, aunque en pequeña escala y sin método por falta de capital, para el beneficio de los metales hay carencia absoluta de combustible vegetal, porque la flora es raquítica por la baja temperatura, pero actualmente puede suplirse y con ventaja, explotando á la vez las capas carboníferas recientemente descubiertas".

Y en el párrafo X de su mismo estudio, al entrar en una serie de consideraciones para demostrar que el terreno pertenece al sistema carbonífero dice:

"6º—Las capas de hullas encontradas por M. Larraby, en las alturas de Tambo, y la antracita de las alturas de Churcampa á inmediaciones de la población vienen á fortalecer lo indicado".

CARBÓN DE HUANCAVELICA (1)

Sobre estos yacimientos no se han publicado más datos que los suministrados por el Ingeniero señor Augusto Umlauff, quien al describir el Cinabrio de Huancavelica en 1904, refiriéndose á los combustibles, dice: "Yacimientos de carbón existen en Santa Ana, Huachocolpa, Lircay, Vilcas y otros lugares no lejanos del cinabrio. En el cerro Yanacalle á 15 km. al S. de Huancavelica, se encuentran unas capas bituminosas que alternan con otras de arcilla; la zona donde estas se encuentran está cruzada por esas capas en una gran longitud; todo el carbón es muy friable y se encuentra cubierto por una tenue capa de óxido de fierro (peróxido hidratado) fácilmente separable por medio del agua; en el carbón puro las cenizas disminuyen hasta 4 %".

HULLA DE TAYACAJA

Lo que el doctor Urbina señala como antracita de Churcampa es una buena hulla que se encuentra en la provincia de Tayacaja, refiriéndose á la que el señor Raimondi dice:

(1.—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas. No. 7.—A. Umlauff.

"Hulla bituminosa, se presenta en trozos irregulares de color negro intenso, y mucho lustre en la superficie de fractura, la que es irregular y á veces concoidad. Es hulla muy bituminosa y pierde muchísimo de su peso cuando se la calcina en recipiente cerrado, á cuya prueba dá una cantidad de gas de alumbrado, que quema con llama blanca y brillante. En su aspecto se asemeja al asfalto y á ciertas" variedades de brea muy pura.

Materias volátiles....	65.20 %
Coke esponjoso........	34.80 ,,
	100.00 %

"Este combustible puede servir con mucha ventaja para la extracción de gas de alumbrado para todos los usos en que se necesita de una fuerte llama. Altos de la población de Churcampa' provincia de Tayacaja".

Quizá este combustible que clasifica como hulla el señor Raimondi, sea una asfaltita bituminosa, lo que sería muy conveniente aclarar.

HULLA DE CASTROVIRREYNA

En el distrito de Pilpichaca, cerca de Viscapalca, hay un yacimiento carbonífero sobre el que no se conoce más que lo que sobre él ha dicho el señor Raimondi.

"Se presenta en trozos formados de pequeñas y delgadas capas paralelas, su estructura es granular, pero el grosor del grano varía en las distintas capas. Es pesado y tiñe los dedos cuando se maneja. Su color es negro con brillo muy variable, habiendo pequeñas capas con brillo resinoso muy vivo, y otras al contrario muy empañadas. Calcinado en recipiente cerrado desprende un poco de gas combustible que produce llama que alumbra poco. Quemado al aire libre se reduce á cenizas con alguna dificultad, dejando una fuerte proporción de materias minerales. Sometido este carbón al ensaye ha dado:

Materias volátiles...	17.50 ,,
Carbón fijo................	56.50 ,,
Cenizas......................	26.00 ,,
	100.00 %

La proporción de cenizas varía bastante de un trozo á otro, de modo que es preciso ensayar una gran cantidad; para tener el término medio es necesario estudiar en detalle".

CARBÓN DEL CUZCO (1)

En este importante é histórico departamento, no se conocen más yacimientos carboníferos que los lignitos de Paruro y las antracitas de Livitaca en la provincia de Chumbivilcas, refiriéndose á las que, dice el Ingeniero Dueñas:

Lignitos de Paruro

"Ya al tratar de la formación terciaria del departamento del Cuzco, hicimos notar que existen lignitos en los alrededores del pueblo de Pararo y últimamente hemos manifestado que se extienden por Limacpata, Ucuirio y parajes de los alrededores del pueblo de Paruro. Toda esta zona terciaria ha sido probablemente un lago que fué gradualmente rellenándose por aquellas edades habiendo sido luego desaguado y socavados sus sedimentos por las aguas corrientes. Es muy frecuente hallar entre esas areniscas terciarias, trozos de árboles carbonizados diseminados al azar, que á veces se hallan hiladas pero de mezquino espesor y por demás impuro. En suma en el antiguo lago de Paruro se asentó á la par que los sedimentos terciarios, troncos de árboles y restos de una vegetación; pero sin llegar á constituir, ni por su extensión ni por su espesor, ni por su calidad, una formación lignífera de valor industrial".

Antracitas de Livitaca

El mismo Ingeniero señor Dueñas dice: "Por las alturas del pueblo Antapallpa, en el pueblo de Paruro, las cuarcitas blancas, á veces teñidas de ocre rojo, están muy desarrolladas presentándose entre ellas lechos de arcilla interestratificados muy deleznables y que en Arcatuña, cerro situado como á 5 km. del pueblo Antapallpa presentan en su seno múltiples impresiones de pequeños lamelibranquios, mientras que por Ansacocha como á 2 km. al NO. del mismo Antapallpa, dichas arcillas muestras tablitas con hojas sentadas y de forma espatulada. Si al hallazgo de esos fósiles vegetales, se unen los caracteres litológicos que dichas cuarcitas tienen, caracteres por demás idénticos á los de las cuarcitas correspondientes á diversos centros carboneros de la República, referidos al mesozoico, paleontológicamente, fácil es comprender las es-

(1)—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas. N° 53.—E. I. Dueñas.

peranzas que ciframos en el hallazgo del carbón de piedra, por aquellas regiones en que se presentaba la referida arenisca metamórfica. Cuando exploramos Antapallpa procuramos seguir los estratos de cuarcitas y observamos que en esa parcialidad dichas rocas tienen un gran desarrollo y se presentan muy dislocadas notándose por Arcatuñe la intrusión de un pórfiro piroxénico con macrocristales de augita".

"Desde Antapallpa hasta cerca de las alturas de Chapull, km. 10 al SO. del primer punto y en el camino que va á Chamaco, las cuarcitas se siguen observando, las cuales se presentan como en el cerro Kacyalli, en perfecta concordancia con calizas grises algo arenáceas. El rumbo general de esas estratas es de NO. á SE. con buzamiento variado pero casi constante al SO. Desde Chapull hasta Chacama la roca dominante es la diorita, la misma que de Chacama á Livitaca donde se ven tufos y calizas, apareciendo en las orillas del río Huancané, que pasa delante de Livitaca, las cuarcitas muy dislocadas para volver á reaparecer en formación muy potente al NE. de ese pueblo, á cosa de 12 km. en el paraje Sihuinta de la finca Llallagua del señor Calderón. Es en Sihuinta en donde no sólo reconocimos la prolongación al S. de las cuarcitas de Antapallpa, sino que dentro de ella existían mantos de carbón de piedra antracitoso, cuyos afloramientos eran visibles en un tramo de 25 metros".

"La formación carbonera de Livitaca ubicada en Sihuinta á 4100 metros sobre el mar, dista 1.5 km. de la casa de la hacienda Llallagua ya mencionada. Sus caracteres geométricos son: rumbo NO. á SE. y buzamiento de 20º al SO. Existen dos mantos de antracita, estando completamente destacado el superior; siendo el que le sigue hacia abajo, apenas visible por su techo. Los mantos están encajonados entre los bancos de cuarcitas algo coloreadas por deposiciones ferruginosas; el carbón está separado del techo y muro por un lecho de 0.30 m. de espesor de naturaleza pizarreña, algo silicosa. El carbón se encuentra muy cargado con pirita de fierro (marcasita) y con dureza media, siendo su potencia útil de unos 0.30 metros; una muestra de esta antracita medianamente escogida dió:

Humedad	2.14 %
Materias volátiles..	9.84 ,,
Carbón fijo..............	42.47 ,,
Cenizas	45.45 ,,
	100.00 %
Poder calorífico......	3.600 calorías".

"Por 1902 fué cuando se descubrieron estos mantos, por un vecinode Livitaca, don Nicolás Espinoza Chamorro, el mismo que con otros amigos inició una pequeña labor, que fué de donde tomamos las muestras cuyo ensaye dimos antes".

"Al tratar de la provincia de Paruro, nos ocupamos del dato que se nos dió sobre la existencia del carbón por Antapalipa; aquí debemos agregar que ese dato nos lo proporcionó el mismo indio que nos mostró el manto de Sihuinta afirmándonos ser iguales ambos".

"En Huancaro, quebrada de la parcialidad de Ingata y en el camino que conduce de este punto á Collquemarca, como también en Apechiri que dista una legua (cinco kms.) de Collquemarca, se nos dijo existía hulla, lo que no pudimos comprobar por carecer de un guía capaz para el caso".

"Con los datos geológicos adquiridos sobre el terreno y la prueba elocuente de la existencia del carbón de piedra, es posible señalar como zona antracitífera del departamento del Cuzco, la que desde Antapallpa se prolonga al S. hasta Livitaca, sin que nos sea posible demarcar sus límites, especialmente hacia el occidente. No constituye dicha formación una faja continua, porque la erosión se ha encargado de hacerla desaparecer por grandes trechos, dejando á la vista el domo del lacolito diorítico que le sirve de asiento: resulta de este hecho que ella se nos presenta hoy día por retazos más ó menos esparcidos entre ellos; no obstante tales desventajas de limitación en profundidad, como de extensión superficial, nada de inverosímil tiene que en muchos sitios se presente con valor industrial y en cantidad, abogando en favor de esto último la poca pendiente de sus capas. Un cateo en dirección y profundidad se impone para concretar la importancia de esas islas de carbón. Las condiciones de topografía, fuerza motriz y recursos son ventajosas. Aun suponiendo que ese combustible no fuera aprovechable por el Ferrocarril del Sur, no por eso su valor decrece, pues la metalurgia local tendría que consumirlo para la reducción económica de sus minerales de plomo, cobre y fierro".

CARBÓN DE PUNO (1)

En este departamento se encuentran los siguientes yacimientos carboníferos:

---

(1)—Boletín de M. I. y C.—Año IV, No 4—J. Torrico y Mesa. "El Perú". Tomo IV—Raimondi.

Antracitas de Chupica

Refiriéndose á las que, el Ingeniero señor Juan Torrico y Mesa dice únicamente lo siguiente "Chupica se encuentra á 7 leguas (35 km.) de Puno, á una altura de 4114 metros sobre el nivel del mar"..... "También se encuentran algunos mantos de carbón de pequeña potencia y de mala calidad, por lo menos hasta donde se llevaron los trabajos de exploración mediante un socavón practicado en las capas mismas".

Como se vé, no se dán detalles respecto á la constitución geológica del terreno, las condiciones del yacimiento, ni sobre la composición del carbón, lignito.

Carbón de Cabanillas

De un informe sin firma que me ha proporcionado el señor Núñez Chavez, he extractado los siguientes datos: A 25 km. al S. de la estación de Cabanillas, en la estación del ferrocarril de Arequipa á Puno, se encuentra la quebrada de Colcani, debida á la erosión de una margas abigarradas del sistema jurásico, que contienen carbón, cuyos afloramientos que corren de E. á O.; tienen 0.34 metros de potencia. El carbón contiene óxido de fierro, quema fácilmente dando llama larga, rojiza al pricipio y blanca después, se hincha y forma coke quebradizo y tiene la siguiente composición:

	No 1	No 2	No 3
Humedad..................		1.75 %	1.50 %
Materias volátiles....	24.10 %	7.05 ,,	7.52 ,,
Carbón fijo..............	70.60 ,,	4.59 ,,	39.30 ,,
Cenizas.....................	5.30 ,,	86.63 ,,	51.68 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %

Poder calorífico....... 6886 calorías.

El análisis Nº 1 corresponde al que se dá en el informe á que hecho referencia, los Nº 2 y 3 á dos muestras mandadas ensayar en la Escuela de Ingenieros por el señor Núñez Chavez, pero se ve que ellas fueron muy mal tomadas y corresponden no al carbón mismo, que como se vé por el análisis Nº 1 es bueno, sino á la pizarra carbonos á que le acompaña.

El señor Raimondi, ocupándose del carbón de Cabanillas en la provincia de Lampa, dice: "forma algunos mantos en el lugar llamado Santa Lucía cerca de la estación del ferrocarril, el carbón se presenta en trozos de estructura lamelar con aspecto terroso y otras veces con estructura más compacta y ofreciendo lustre resinoso, este lignito parece combinado á una fuerte proporción de arcilla, y expuesto al aire se raja en distintos sentidos, por la contracción que experimenta la arcilla al secarse. Si se trata con una lejía de potasa ó de soda cáustica, dá un líquido colorado de pardo oscuro. Este combustible varía muchísimo y un ensaye hecho sobre una mezcla de muchos trozos ha dado:

Humedad...............	15.50 %
Materias volátiles..	30.20 ,,
Carbón fijo...........	27.30 ,,
Cenizas..................	27.00 ,,
	100.00 %

Hullas de Capachilque y Vilque

No existen más datos sobre estos yacimientos, que los suministrados por el sabio Ramondi, que las analizó, de cuyos análisis extractamos los siguientes datos: El carbón de Capachique, se presenta en masas de color negro, no muy intenso, con estructura pizarrosa, pero en láminas encorradas de un modo irregular. En el medio de la masa se notan vetillas de carbón de inferior calidad; tiene la siguiente composición:

Materias volátiles...	16.80 %
Carbón fijo..............	43.20 ,,
Cenizas....................	40.00 ,,
	100.00 %

Cerca del pueblo de Vilque, hay unos yacimientos de carbón de muy mala calidad, que más bien debe considerarse como una arcilla esquistosa impregnada de carbón, cuyo análisis ha dado:

	No 1	No 2
Materias volátiles..	12.90 %	10.80 %
Carbón fijo............	27.10 ,,	26.40 ,,
Cenizas	60.00 ,,	62.80 ,,
	100.00 %	100.00 %

Hulla de Conaviri

El señor Raimondi, al referirse á estos yacimientos dice: "El carbón en las minas Huascar y Tres Hermanas tiene color negro intenso con brillo resinoso. En las muestras de las minas Huascar y Tres Hermanas, es algo frágil y tiñe mucho cuando se le maneja, pero en la muestra de la mina Santa Marta se presenta en trozos planos de poco espesor y bastante duros. Cuando se calcina no desprende gas de alumbrado, conteniendo una proporción poco elevada de materias volátiles; de manera que quema con muy poca llama, pero en cambio produce bastante calor. Sometidas tres muestras al análisis han dado la composición siguiente:

	Huascar	Santa Marta	Tres Hermanas
Humedad............	5.50 %	3.00 %	3.80 %
Materias volátiles.	8.00 ,,	4.50 ,,	6.70 ,,
Carbón fijo............	68.50 ,,	72.10 ,;	44.50 ,,
Cenizas.................	18.00 ,,	20.40 .,	45.00 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico	6018	5926	3450 caloríos

"De los precedentes resultados se deduce: que el carbón de las minas Huascar y Santa Marta, á pesar de dar una fuerte cantidad de ceniza, por su elevada proporción de carbón y por las calorías que ha dado el ensaye, puede considerarse como combustible de regular calidad. En efecto, aunque no de mucha llama, este carbón produce más calor que el carbón de Concepción, de Chile, que, según los ensayes del señor Domeyko, dá solamente 4996 calorías; mientras que el carbón de la mina Huascar, dá 6018, y el de la mina Santa Marta 5926. En cuanto al carbón de la mina Tres Hermanas, es de mala calidad pues ha dado casi la mitad de su peso de cenizas"

Antracitas de Juli

El año 1871, en que el Ingeniero señor Carlos Bode estaba encargado de unas exploraciones en Carabaya, el Prefecto del departamento de Puno, con una visión clara de las necesidades del país, lo comisionó para que explorara yacimientos de carbón pa

ra destinar sus productos á la navegación del Lago Titicaca, y del informe del citado ingeniero trascribo el siguiente párrafo:

"En la comprensión de Juli, siete leguas (35 km.) al O. del Lago, en la finca del señor Cárdenas, de Ilave, se halla la formación del carbón de piedra en la pampa; al rededor de los cerros ó faldíos, sucede lo mismo como arriba he explicado. En la pampa se halla la capa carbonífera horizontal, y existe la capa arenisca cuya estratificación sigue también horizontal, de lo que se deduce que se conserva en su estado primitivo, sin haber sufrido ningún levantamiento. En dos partes en donde hice catear por pozos perpendiculares, he encontrado la hulla en capas de espesor de 2 o 3 pulgadas, y faltan 5 ó 6 varas de profundidad en terreno duro para cortar el manto, y su grosor indicará la utilidad de su explotación, siendo en mi concepto, el punto más favorable por su proximidad al Lago y la facilidad del transporte por la naturaleza del terreno plano".

Después de estos datos que como se ve son muy suscintos, no existe ningún otro, ni se sabe si llegó ó nó á cortarse la capa de carbón de que habla el Ingeniero señor Bode.

Es muy probable, casi seguro, que los yacimientos carboníferos que he descrito en el departamento, correspondan á las prolongaciones hacia el oriente de las cuencas carboníferas del departamento de Arequipa y de la provincia litoral de Moquegua, de que me he ocupado ya al tratar de los yacimientos cisandinos.

De lo que precede se deduce:

1º—Que á partir de los yacimientos carboníferos del río Huancalera en la provincia de Chachapoyas (paralelo 6º) en el N. hasta Juli del departamento de Puno (paralelo 16º30′) en el S, en una extensión de 10 ½° geográficos, se encuentran sobre la vertiente oriental de la cordillera de los Andes, 24 cuencas carboníferas que no solo tienen relación con las 20 cuencas que existen en las vertientes de la cordillera que descienden hacia el Océano Pacífico, sino que también hecha la salvedad de las soluciones de continuidad debidas á las quebradas de erosión é irrupción de rocas eruptivas, de las lagunas que en determinadas provincias como Pataz y las del departamento de Apurimac, se notan y que probablemente provienen solo de la falta de trabajos de exploración; y de la que respecta á la edad geológica de los yacimien-

tos, puede asegurarse que la cordillera de los Andes, que de N. á S. atraviesa nuestro territorio, contiene carbón en toda su longitud, aflorando sus yacimientos tanto en su vertiente oriental como en la occidental.

2°—Que de las 24 cuencas trasandinas descritas, solo existen estudios completos, con planos topográficos y geológicos, etc. de las de Goyllarisquizga y Jatunhuasi, siendo indispensable emprender el estudio sistemático de las demás cuencas, que también ofrecen halagadoras espectativas, practicando en ellas los correspondientes sondajes, que permitan conocer el número de capas de carbón existentes, la potencia de ellas, la calidad de los combustibles que contienen, y especialmente, que suministren los datos que permitan hacer cálculos sobre el tonelaje de carbón que encierran.

3°—Que de nuestras 24 cuencas carboníferas trasandinas, solo las de:

Chimbote en el km. 104 del ferrocarril, en el Norte;

Rumichaca, en el km. 187 del Ferrocarril Central en Yauli; y

Goyllarisquizga en el km. 483 de los ferrocarriles de la Oroya y Cerro de Pasco;

pueden ser económica y ventajosamente explotadas, pues tienen la suerte de encontrarse sobre la linea ferrea, siendo preciso, para explotar las demás cuencas, construir ramales de mayor ó menor extensión, sin los que el aprovechamiento industrial de ellas está condenado al estacionarismo.

4°—Que de las citadas cuencas trasandinas, solo se tienen datos respecto al tonelaje contenido por ellas, de las siguientes:

Tallamac (Hualgayoc)................	50C.000.000
Yanacancha (Cajamarca)............	2.569.600
Cajabamba (id).........	37.500.000
Huamachuco (Libertad).............	30.000.000
Santiago de Chuco (Libertad)....	288.000.000
Chimbote (F. C. Ancachs)..........	56.000.000
Dos de Mayo (Huánuco).............	1350.000.000
Goyllarisquizga (Junín).............	52.000.000
Rumichaca (Junín)	336 500
Jatunhuasi (Junín).......................	297.000.000
	2613.106.100

Obsérvese que solo 10 de las 24 cuencas descritas contienen 2613 millones de toneladas de carbón, que para el consumo actual del país, que es de más ó menos medio millón de toneladas

por año, y que suponiendo un consumo diez veces mayor, o sea de cinco millones de toneladas por año, cosa que desgraciadamente, demandará mucho tiempo para que acontezca, solo con el carbon encerrado por los yacimientos trasandinos se tendría para 522 años ó sean 5 y ¼ de siglos.

CONCLUSIONES

Resumiendo lo expuesto al tratar de los yacimientos cisandinos y trasandinos de la República, se pueden deducir las siguientes conclusiones:

1º—Que la cordillera de los Andes, á todo lo largo de nuestro territorio, contiene carbón y que los afloramientos que aparecen, tanto en la vertiente occidental como en la oriental de ella, permiten por la topografía del terreno, la explotación económica é industrial de esos yacimientos, por simples galerías sin que tenga que recurrirse á la explotación por pozos, que es más complicada y costosa.

2º—Que las veinte cuencas cisandinas y veinticuatro trasandinas en que queda dividida nuestra riqueza carbonífera, facilitan el aprovechamiento del carbón en las diferentes regiones de nuestra división política, y especialmente en las dos grandes regiones de sierra y costa, en que la cordillera de los Andes ha dividido nuestro territorio.

3º—En el estado actual de nuestras vías de transporte, pueden explotarse inmediatamente, en forma económica y con verdadero provecho para el país, las siguientes cuencas:

Tumbes, á orillas del mar.
Chimbote, en el km. 104 del ferrocarril de Chimbote.
Paracas, á orillas del mar.
Rumichaca, en el km. 187 del Ferrocarril Central.
Goyllarisquizga, en el km. 483 del Ferrocarril del Central.

4º—Que después de las citadas cuencas, las que se encuentran en condiciones más favorable por su situación, y las características de sus yacimientos, que justifican la construcción de ferrocarriles que faciliten su explotación, son:

Capisnique á 32 km. de San Pedro, que construídos darán una distancia de 40 km. al puerto de Pacasmayo;

Huayday, á 65 km. del ferrocarril de Huabal, lo que permitirá poner el carbón en Malabrigo, con un recorrido de 112 km.;

Ancos, á 24 km. del ferrocarril, que una vez construídos quedará á 100 km. de Chimbote; y

Sorao, que con un cable-carril de 7 km. podrá poner carbón (asfaltitas) en el Callao, con un recorrido de 254.250 km.

5º—Que tomando como base la potencia totalizada de los diferentes yacimientos carboníferos; y considerando sólo las cuencas cubicadas, dichos yacimientos guardan el siguiente orden de prelación:

Yacimientos	No. de Capas		Potencia total
1. Ancos....................	14	Capas	11.20 m.
2.—Checras	3	,,	9.50 ,,
3.—Tumbes.	7	,,	4.50 ,,
4.—Cupisnique............	4	,,	4.50 ,,
5.—Taallmac..............	4	,,	4.20 ,,
6.—Oyón....................	4	,,	4.00 ,,
7.—Chimbote km. 104.	3	,,	3.80 ,,
8.—Huanday..............	2	,,	3.00 ,,
9.—Santiago de Chuco	3	,,	3.00 ,,
10.—Huamachuco.........	3	,,	3.00 ,,
11.—Goyllarisquizga.....	4	,,	3.00 ,,
12.—Yanacancha..........	2	,,	2.00 ,,
13.—Dos de Mayo.........	7	,,	2.00 ,,
14.—Paracas................	3	,,	1.80 ,,
15.—Rumichaca............	1	,,	1.00 ,,
16.—Jatunhuasi......... ...	1	,,	0.50 ,,

6º—Que en el actual estado de ignorancia casi completa, sobre nuestros yacimientos carboníferos, y tomando en cuenta solo los datos que sobre ellos existen, puede apreciarse nuestra existencia de carbón en las siguientes cifras:

Yacimientos cisandidos.....	6027.030.731	toneladas
Yacimientos trasandinos..	2613.106.100	,,
	8640.136.831	Ton.

7º—Que el anterior tonelaje de carbón puede abastecer á las necesidades nacionales durante un periodo de 1728 años con un consumo anual de 5 millones de toneladas, que se reducirá á 864 años con un consumo doble, ó sea de 10 millones de toneladas, consumo que por desgracia tendrán que pasar muchos años para que podamos tenerlo.

8º—Que el Perú no solo puede atender á sus necesidades en materia de combustibles, sino que también puede ser un país exportador de carbón.

9º—Que los yacimientos, de Tumbes, Chimbote y Paracas, permitirán por el bajo precio á que sus productos pueden ponerse en la costa, hacer no solo la competencia dentro de nuestro territorio al carbón extranjero, sino también en el mercado sud-americano; y

10.—Que contando como contamos con tan poderosa é importante base para la industria de los combustibles, es de interés nacional, el que los Poderes Públicos estimulen y protejan, con primas, concesiones especiales y garantías, el desarrollo de tan importante industria.

III

EDAD DE LOS YACIMIENTOS CARBONÍFEROS

La 6ª columna del cuadro sinóptico que figura en el final del Capítulo II hace ver que, siguiendo su origen de formación, todos los yacimientos carboníferos de nuestro territorio pueden agruparse en la siguiente forma:

1º—Pertenecen al sistema carbonífero:

a)—La cuenca de Cullichaca clasificada por el sabio Raimondi, por los fósiles Productus allí encontrados; habiendo sido el americano señor M. Larraby, quien descubrió carbón, en las alturas de Tambo en la provincia de La Mar.

b)—Las hullas de Paracas, clasificadas por el Ingeniero señor Fernando C. Fuchs, por los fósiles de la flora, Lepidodendron, Sigillarias, Calamites y Sphenopteris, como pertenecientes al piso hullero superior que también tiene carbón; y

c)—La cuenca del Titicaca que comprende los yacimientos de carbón de Capachique, Vilque y Juli, probablemente también las de Calcani y Santa Lucía, en la provincia de Lampa, clasificadas por el señor Sebastian Barranca, y á las que se refieren los señores Feliciano Urbina (1) y el Ingeniero J. Balta (2), quien señala para esta cuenca los siguientes fósiles: Solarium, Pleurotomaria, Natica, Pecten, Trigonia, Terebratula. Rhynchonella Spirifer, Orthis, Leptaena, Productus. Bellerophon, Turbinolia, Ceriopora, Retepora y Fusulina.

2º—Pertenecen al sistema cretáceo:

Todos los yacimientos de hulla y antracita que figuran en los cuadros correspondientes á los yacimientos cisandinos y trasan-

(1)—B. de la Soc. Geográfica—Tomo I—Nº 1—Pág. 146.

[2]—B. de M. I. y C. Tomo XV, No. XI—Pág. 84.

dinos, con excepción de los que ya se han clasificado como carboníferos y de las cuencas de Tumbes y Yanacancha; y finalmente,

3º—Pertenecen al sistema terciario, los yacimientos de lignito de Tumbes, Yanacancha y Paruro.

La clasificación que precede hace ver que todos nuestros yacimientos carboníferos, á excepción de los tres que se han clasificado como pertenecientes al sistema carbonífero, y los otros tres como terciarios, pertenecen á la gran formación cretácea que constituye nuestro territorio, y que salvo raras excepciones, la mayor parte de ellos siguen la orientación NO. á SE. con que corre la cordillera, siendo contados los tramos NE. á SO. (Motupe, Tallamac y Carumas), los de E. á O; (Yumagual, Chotén, Cupisnique, Yanacanchá, Punre, Hualanga, San Marcos, Huaylas, Yungay, Goyllarisquizga, Colcani y Santa Lucía) y los N. á S. (Ancos, Paracas) que corresponden á desviaciones locales del plegamiento general.

La 7ª columna del cuadro sinóptico, hace ver que a excepción de las hulleras de Jaguay Negro, Hualcalera ,Hualanga, San Marcos, Mitu, Oyón, Goyllarisquizga, Jatunhuasi, Paracas, Icuro-Colcani, y Moquegua, y de los lignitos de Tumbes, Yanacancha y Paruro, todos los demás yacimientos carboníferos corresponden á la formación de las antracitas, que es la más abundante y extendida en el territorio.

Salvo las excepciones que quedan especificadas, en términos generales podría decirse que la formación carbonífera peruana corresponde á una gran cuenca de antracitas orientadas de NO á SE y que pertenecen al sistema cretáceo.

Las primeras noticias sobre la unidad de nuestra formación carbonífera (aunque dentro de ciertos límites, los que entonces, 1906, conocía), fueron dadas por mi, que al describir los yacimientos de carbón de la provincia de Huamachuco (1) decía "Al tratar en el capítulo correspondiente de las diferentes rocas, he dicho que las areniscas son las que mayor preponderancia alcanzan en el territorio de la provincia de Huamachuco, pues sus estratos se ven por todas partes, desapareciendo sólo en limitadas zonas para ser sustituídos por la caliza ó por las andesitas; y como interestratificadas en dicha capa se encuentran las de pizarra que sirve de techo y muro á mantos carboníferos. Puede asegurarse en términos generales que los yacimientos carboníſe-

(1) B. del C. de I. de Minas. No. 51—Pág. 45.

ros se extienden en Huamachuco tanto como las areniscas, fundándose esta aseveración así en la naturaleza y extensión de los yacimientos sedimentarios, cuanto en los hechos observados, pues son innumerables los lugares en esta provincia, donde pueden señalarse los afloramientos carboníferos, puestos casi siempre en descubierto por los barrancos que constituyen las márgenes de las quebradas, debidas á formaciones erosivas. *Esta teoría sobre unidad de la formación carbonífera en Huamachuco, acepta una generalización aun mayor, pues puede relacionársela á las hoyas carboníferas de las vecinas provincias de Cajabamba, Otuzco y Santiago de Chuco, que hacen parte de la gran formación que extendiéndose por el Norte de la República, abarca la mayoría del territorio de los departamentos de Cajamarca, Libertad y Ancachs, donde he tenido oportunidad de estudiarlas*".

La teoría de la unidad de nuestra formación carbonífera, lanzada por mí para la región del Norte, que había estudiado, fué confirmada poco tiempo después por el Ingeniero señor José Balta (1) quien al ocuparse de la extensión de las capas en la cuenca de Cupisnique dice:

"*Lo que dice Málaga Santolalla al considerar los yacimientos de Huamachuco, Cajabamba, Otuzco y Santiago de Chuco como parte de una cuenca, es de lo más acertado, por ser innumerables los lugares donde pueden señalarse las capas de carbón puestas al descubierto por los fenómenos erosivos. Por consideraciones análogas, Griffit juzga de gran extensión las capas de carbón del valle de Chicama*". Pero Griffit á pesar de que cuando estudió esta zona de Chicama, había estudiado yo la de Hualgayoc, no relacionó á la una con la otra.

Dos años después, cuando en 1908 el geólogo señor Gustavo Steinmann recorrió en compañía del Ingeniero señor José J. Bravo nuestro territorio desde el departamento de Junin hasta el de Amazonas, incluyendo los de Huánuco, Ancachs, Libertad y Cajamarca, en vista del detenido estudio geológico que había hecho, manifestó que todos los yacimientos carboníferos de esa región formaban parte de una misma cuenca ó formación, que calificó como perteneciente al sistema cretáceo.

En el estado actual de nuestros conocimientos geológicos y locales, puede asegurarse que desde las hulleras de Jaguay Ne-

---

(1)—Informe sobre las pertenencias carboníferas del Sindicato de Cupisnique Pág. 33.

gro y Hualcalera por el Norte, hasta las antracitas de Viscapalca y Culluchaca por el Sur, en una extensión de 8 ½ grados geográficos, todos nuestros yacimientos carboníferos (excepto los lignitos de Yanacancha) pertenecen á una sola y única formación que no tiene más soluciones de continuidad que las originadas por las quebradas de erosión, ó por la irrupción de las rocas eruptivas.

Los datos que tenemos sobre la región carbonífera del Sur, comenzando en el límite antes fijado para los yacimientos de Vilcapalca (Castrovirreyna) y Culluchaca (La Mar), son tan incompletos y deficientes que no permiten asegurar si nuestros yacimientos carboníferos, constituyendo parte de la misma formación, se extiendan por el Sur hasta los límites de nuestro territorio, pero salvo los yacimientos de Paracas y de la cuenca del Titicaca, que ya se ha dicho pertenecen al sistema carbonífero, y los lignitos de Paruro que son terciarios, lo más probable es que los yacimientos de carbón de Livitaca, Majes, Siguas, Sumbay, Yura y los de la formación de Moquegua, no sean sino la continuación hacia el Sur, de la gran formación que se extiende desde Castrovirreyna y La Mar, hasta el Norte; comprobación es esta que por interés científico é industrial es indispensable verificar á la brevedad posible, pues tiempo es ya de sacudir la inercia que en materia de carbón hemos tenido y de dar á esta valiosa industria el desarrollo é importancia que ella tiene.

Se vé, pues, que el Perú ha experimentado una triple deposición de carbón: tuvo lugar la primera durante la época del sistema carbonífero, denominado así porque en Europa, Asia, Africa y Oceanía y en la misma América del Norte, es la parte de la corteza terrestre que encierra la gran mayoría de los yacimientos de carbón conocidos; y en la América del Sur, si bien se ha comprobado la existencia de este sistema en el Perú, Bolivia, la Argentina y Brasil, no encierra él yacimientos de carbón de importancia como en los demás continentes.

En el Perú el sistema carbonífero, conteniendo yacimientos de carbón, se halla representado en la región cisandina, por Paracas, y en la trasandina, en la región del Centro por Culluchaca y Tambo en el departamento de Ayacucho y en la del Sur por Capachique, Vilque y Juli, en el de Puno, sin que hasta ahora se haya comprobado su extensión en la región del Norte.

Cierto es que hacia el N. de Huanta y La Mar, en el distrito de Churcampa, de la provincia de Castrovirreyna y en el de Paucarbamba de la de Tayacaja, en el departamento de Huancavelica,

el señor Crosnier señaló la existencia del sistema carbonífero y que más al N., aun en los confines del departamento de Junín con el de Huánuco, el señor Leonardo Pflücker y Rico indica la existencia del mismo sistema, pero sin que hasta ahora nadie haya señalado la presencia de carbón en estas regiones.

El Ingeniero señor J. Balta en su artículo "El sistema carbonífero en el Perú" (1) dice: "Puede pues considerarse como una sola cuenca carbonífera con mayor ó menor continuidad la de Huanta y el Pichis, extendiéndose desde las cabeceras de ese rio hasta algo al SE. del pueblo de Tambo, localidades extremas que están situadas en el lado E. de la Cordillera oriental".

"¿Cuál será el ancho de esta cuenca? No me ocuparé por supuesto de la parte de ella que puede estar debajo de los terrenos secundarios de la cordillera occidental, sino sólo de las partes visibles".

"A poco que se avanza hacia el E. partiendo de cualquier punto de la línea que une las localidades carboníferas, se encuentran esquistos silúricos análogos á los de Carabaya y Paucartambo. Ha sido esto comprobado en la zona de Huanta por Raimondi, quien encontró pizarras en capas casi verticales a muy poca distancia del abra ó portachuelo de Chacas, que está situada entre el cerro Santiago y Cullchaca. En la zona del Pichis es abundante tambien la pizarra".

"Si a partir de la misma línea retrocedemos al O, encontraremos bien pronto las formaciones secundarias reconocidas en Huancavelica, y continuándose, sin discontinuidad alguna, al N. por Izcuchaca, Huancayo, Jauja, Tarma, Cerro de Pasco, etc. estrechando asi por ese lado también al carbonífero de las cabeceras del Pichis".

"Veamos ahora la extensión probable de la cuenca del Titicaca".

"Se han encontrado capas horizontales de caliza, 7 leguas (35 km.) al O. de Juli, localidad que puede por eso considerarse como carbonifera. Es probable que sea también carbonífera la caliza reconocida en las orillas del río Ilave en Huancané, entre Moho y Coruma y en otras varias localidades próximas al lago, por ejemplo en Pusi".

"Yendo de Cruceros á San José he podido observar capas de caliza gris oscura superyacente á arenisca rojas, y prolongándose desde 10 km. ó algo más antes de este pueblecito hasta otros tan-

---

(1)—B. de M. I. y C. Tomo XV, No. XI—Pág. 83

tos después, sobre el camino que conduce á Azángaro, volviendo á presentarse después de este pueblo la misma caliza".

"La edad, tanto de estas como de las anteriores calizas, está demostrada por presentarse en una región en la cual sólo se han señalando formaciones paleozoicas, y porque D'Orbigny y Forbes al indicar minuciosamente las capas que forman esos sistemas en Bolivia, cuyas prolongaciones se encuentran en Huancané, Azángaro y Carabaya, etc. no señalan calizas sino en el carbonífero".

"Puede dividirse en dos la cuenca que existe en la antiplanicie del terciario, cuyo ancho es también muy pequeño: estando limitada lateralmente la que va del S. hasta el Ilave por terrenos modernos al O. y por antiguos al E; y la que va desde la latitud de ese río hasta Crucero, á uno y otro lado por terrenos antiguos. Una y otra se encuentran circunscriptas por ciertos trechos por la formación terciaria del antiguo mar interior Perú–boliviano cuyos restos son los lagos Arapa, Titicaca, Poopó, etc. La dirección de estas estrechas fajas carboníferas es también de SE. á NO."

"¿Continuarán los afloramientos carboníferos (sistema) del Titicaca por el NO. hasta encontrarse con la prolongación SE. de los de Huanta"?

"Absolver esta cuestión de gran importancia para la geología Sudamericana con algún rigor científico, no me parece fácil en el estado actual de nuestros conocimientos sobre la región interandina"......

"En resumen, dejando á parte el carbonífero de Piura, el de Arica, y el del rio Mapocho, tenemos pues en el Perú dos cuencas carboníferas bien marcadas: la de Huanta comprendida entre los 10 ½° y 13° de latitud S. y los 76 y 77 ½° de longitud O. del meridiano de Paris; y la del Titicaca entre los 14 ½° y 16 ½ de latitud S. y los 71 ½ y 73° de longitud; su forma es la de fajas angostas y paralelas á la cordillera de los Andes".

La segunda deposición de carbón en nuestro territorio tuvo lugar durante el período correspondiente al sistema cretáceo. Esta deposición es la que mayor extensión, potencia y regularidad abarca, pues á ella pertenecen casi todos nuestros yacimientos, de cuya importancia puede juzgarse por los datos que sobre ellos contiene el capítulo II.

Después de verificadas las dos deposiciones de carbón correspondientes á los sistemas carbonífero y cretáceo, es que se produjo el levantamiento de la cordillera, y es por esto, que las capas

de carbón participan de los mismos plegamientos, fallas y demás accidentes que las estratas sedimentarias que los encierran, y cuyos afloramientos se ven no sólo sobre ambas vertientes de la cordillera sino también sobre los flancos de las quebradas originadas por la erosión de las aguas.

El levantamiento de la cordillera y la irrupción de las rocas eruptivas, originó la formación de numerosas fracturas y cavidades en las estratas del terreno, las que posteriormentere llenadas por la circulación y deposición de aguas mineralizadas, constituyen nuestros actuales filones; siendo curioso observar que en algunas localidiadas como en la del Punre de la provincia de Celendín, los filones metalíferos cruzan cortando á las capas de carbón, y á este respecto creo necesario reproducir aqui lo que en 1905 decía (1) al describir el asiento mineral del Punre.

"Los cerros de Quinuacucho, Paticonga, Lago, Luchocolpana y Perolillo, que constituyen la región mineral carbonífera del Punre, están formados por areniscas que corriendo de O. á E. se hunden al N. bajo diferentes ángulos y han sido metamoforseadas por contacto con el dique de dacita anfibólica que avanzando desde Quinuamayo viene á terminar el cerro de Campana, habiéndose abierto paso paralelamente á la estratificación y originado un filón de contacto entre la roca eruptiva y la sedimentaria que lo encaja por el N.

"Interestratificadas en la cuarcita se hallan capas de pizarras que encierran mantos de carbón hasta de 2 metros de potencia, y á un nivel superior á estas como en 50 m., se encuentran también mantos de pizarra sirviendo de techo á capas mineralizadas como la de Chiquinquirí en la mina Dolores de la Boya".

El plegamiento de las estratas, las bases de cuyo anticlinal constituyen los cerros citados, originó no sólo el derrame de la roca eruptiva del dique y posteriormente el filón de contacto, sino también la formación de fracturas que afectando diferentes direcciones, pueden ser agrupadas en tres sistemas, de los que el principal corre de NO. á SE. y comprende filones como el Lago y y el Inglés, cuyos afloramientos pueden seguirse por cuatro ó cinco kilómetros.

Además de este sistema hay otros que como el de Dolores de la Boya corren de N. á S. y un tercero que como el de San José y otros paralelos marchan de E. á O. *originando cruzamientos no*

[I] B. del C. de I. de M.—N°. 32, pág. 23.

solo con los filones de los demás sistemas sino también con los mantos minerales y carboníferos.

En los cruzamientos de los filones con los mantos, tanto minerales como carboníferos, desapareciendo el relleno de estos (de los mantos) ha persistido el de aquellos, lo que es una consecuencia natural de la edad que ellos tienen.

En el cerro el Lago en que las estratas corren de E. á O. y se hunden 60° al N., se ve un manto carbonífero (de carbón) de 0.60 metros de potencia que ha sido cruzado por el filón de Mercedes que corre de NO. á SE. y buza 70° al N.

La región del Punre es de verdadero valor cientifico industrial porque *además de la importancia geológica que ofrecen los cruzamientos de las especies minerales con las carboníferas, permitiendo asi determinar la edad relativa* de una y otra formación, el contenido de sus yacimientos ofrece vasto campo á la explotación.

Las fracturas del terreno originadas por el levantamiento de la cordillera y otras causas locales, en general han sido rellenadas por las sustancias minerales que han originado nuestros actuales filones metalíferos; pero en otras localidades como en las de la provincia de Yauli, Tarma, Jauja y Huancayo etc. donde existen fuentes de petróleo, surgiendo éste por esas fracturas, las ha rellenado, y por su oxidación se originaron los actuales filones de asfaltitas que como los de Rumichaca, La Lucha, Chuicho, Sorao y otros, tienen tanta importancia.

La tercera y última deposición de carbón que está representada por los lignitos de Tumbes, Yanacancha y Paruro y que corresponde á la era tercieria ó neozoica, ha sido posterior al levantamiento de la cordillera no teniendo estos yacimientos entre sí, ninguna relación de continuidad.

Si tratándose de su edad geológica, nuestros yacimientos de carbón se agrupan en el orden de carbonífero, cretáceo y terciario en que se han clasificado, por lo que respecta á su importancia y valor industrial ellos ocupan: el 1º los yacimientos de carbón que yacen en las estratas del sistema cretáceo, que repito constituyen la gran mayoría de nuestras cuencas de carbón; vienen en 2º lugar, los lignitos de la era terciaria, y por último los yacimientos del sistema carbonífero.

IV

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE ALGUNOS YACIMIENTOS CARBONÍFEROS

En lo que precede se ha visto que nuestro privilegiado territorio posee todas las variedades de carbón conocidas, y así tenemos lignitos en Tumbes, Yanacancha y Paruro; hullas grasas en Paracas, Oyón, Goyllarisquizga y Jatunhuasi; y hullas secas y antracitosas en diferentes localidades; pudiendo además agregarse por la condición de combustibles que tienen, no obstante su distinto origen y modo de yacer, las asfaltitas, que como se sabe se dividen en secas y bituminosas.

De todas las variedades de combustibles que poseemos, son las hullas las que mayor demanda y aplicación tienen, sea bajo forma natural de hulla, para el consumo doméstico en las cocinas, para la producción de vapor en las calderas industriales y en el tráfico ferroviario y marítimo, y hasta hace poco en la producción de gas de alumbrado y en la metalurgia para el tostado oxidante y clorurante de los minerales, sea bajo la forma de coke, que en el estado actual de nuestras fundiciones corresponde á un consumo de 50.000 toneladas por año, las que, teniendo en cuenta las pérdidas por destilación para producirlo, representan un gasto de 83.000 toneladas de hulla, y como la demanda para los usos indicados al estado natural es de 70.000 toneladas, se tiene pues, que el Perú tiene actualmente un consumo de 160.000 toneladas de hulla por año. Los lignitos tienen más ó menos las mismas aplicaciones que se dán á las hullas.

La antracita que es el carbón más abundantemente diseminado en nuestro territorio, es también un combustible de magníficas condiciones, pues convenientemente seleccionado por tamaños, los que son variables según el fin á que se le destine, puede

reemplazar ventajosamente á la hulla para todas las aplicaciones que se dan á esta, excepto para la producción del gas de alumbrado. alquitrán y demás productos derivados. Desgraciadamente, siendo este el combustible más abundante en el país, es el que menores aplicaciones tiene, pues por la falta de dispositivos ó modificaciones que necesitan los hogares para poder aplicarlo, se le desdeña, dándole preferencia á la hulla, y puede decirse que ahora salvas sus aplicaciones á la metalurgia, en la fundición en Water Jacket en Sayapullo (Cajabamba), El Vesubio (Huari) Tarica (Pomabamba) y otros pocos lugares, ó en hornos de reverbero con gasógeno en Araqueda (Cajabamba), dando en todos ellos magníficos resultados, la antracita no se usa en el Perú, haciéndose necesaria la propaganda en su favor, no sólo por ser el combustible más abundante sino también por las ventajas que ofrece.

Las asfaltitas bituminosas se aplican á los mismos usos que que las hullas: las secas se hallan en la condición de las antracitas, pero la mezcla de un 30 ó 40% de asfaltitas bituminosas con 70 o 60 % de las secas produce un expléndido coke, con el que se han emprendido con éxito varias campañas de fundición, en la oficina de "El Carmen" en Yauli.

Por lo que respecta á su ubicación, tienen condición privilegiada en nuestro territorio, los siguientes yacimientos ó cuencas carboníferas, que guardan entre si este orden de prelación:

1.— a) Tumbes y
b) Paracas.

Que avanzan hasta orillas del mar; los primeros son lignitos que á juzgar por su análisis resultan de expléndida calidad, pues son superiores á los de Francia y Alemania, por la menor proporción de cenizas que contienen, y á los de Chile por su mayor cantidad de carbón fijo.

Las hullas de Paracas también son muy buenas, pues tienen abundantes materias volátiles, buena cantidad de carbón fijo, poca ceniza y buen poder calorífico, pero por desgracia, por falta de iniciativa y de espíritu de empresa en Tumbes y de capital en Paracas, no se han reconocido todavía estos yacimientos en debida forma, de manera que de su importancia solo se tienen presunciones que es necesario confirmar á la brevedad posible.

2 Antracitas de
a) Km. 104 á 120 F. C. de Chimbote.
b) Ancos
c) Cupisnique
d) Huayday

Que se hallan, respectivamente las de (a) sobre la línea férrea, las de (b) á 24 km. de Chuquicara (km. 76 del ferrocarril de Chimbote), las de (c) á 32 km. de San Pedro (km. 8 del ferrocarril de Pacasmayo) y las de (d) á 65 km. de Huabal (Pampas, km. 47 del F. C. de Malabrigo).

Todas son antracitas de muy buena calidad, encierran gran tonelaje, pueden ser aprovechadas inmediatamente las del km. 104 á 120 del F. C. de Chimbote, cuyas locomotoras las usan ya, y para aprovechar las demás, se hace necesario construír pequeños ramales de ferrocarril de 24 km. para las de Ancos, de 32 para Cupisnique y de 65 para Huayday.

3 Asfaltos de
a) Rumichaca
b) Pachacayo
c) La Lucha
d) Sorao
e) Chuicho

Que se hallan respectivamente: (a) sobre el km. 187 del Ferrocarril Central, (b) á 4 km. de Pachacayo (km. 262.700), (c) á 6 km. de Huari (km. 242.500), (d) á 7 km. de Chacapalca (km. 257.250) y (e) á 20 km. de Huari (243 km.) del ferrocarril del Callao a Huancayo, de manera que el carbón de Rumichaca puede aprovecharse como está aprovechándose yá, lo mismo que el de la Lucha, que tiene una línea Decauville de 6 km. y que para aprovechar los de Sorao y Chuicho será necesario construír cable ó ferrocarriles de 7 km. y 20 km. respectivamente.

4 Hullas de
a) Goyllarisquizga
b) Jatunhuasi
c) Oyón

Las (a) se hallan sobre el km. 369 del ferrocarril del Callao al Cerro de Pasco, las (b) á 70 km. de Pachacayo (km. 262.700) ó de Huancayo (km. 345.900) del Ferrocarril Central Callao-Huancayo; y las (c) á 100 km. de Sayán (km. 58.500 del Ferrocarril á Huacho). Las Hullas de Goyllarisquizga pueden pues, ser trasportadas inmediatamente, y para aprovechar las

de Jatunhuasi y Oyón será necesario construir ramales de ferrocarril de 70 km. para la primera y de 100 km. la segunda; lo que hace ver que cualquiera que sea la naturaleza del combustible que se necesite, lignito, hulla, antracita, ó asfaltitas, actualmente las tenemos á orillas del mar: Lignitos de Tumbes y Hullas de Paracas; sobre la linea ferrea, antracitas de los km. 104 á 120 del ferrocarril de Chimbote, hullas de Goyllarisquizga y asfaltitas de Rumichaca y La Lucha, ó á pocos kilómetros de dicha línea férrea en los demás yacimientos que contienen los cuatro grupos anteriores; y si esto es así, si tenemos carbón que azotan las olas y sobre la línea ferrea fácilmente embarcable en los vapores y en los carros del ferrocarril ¿por qué pagamos ahora Lp. 8 y Lp. 10 por la tonelada de carbón que hasta 1914 se vendía á Lp. 2?. Unicamente por incuria, por falta de espíritu de empresa y de iniciativa. Otro país cualquiera que poseyera el carbón que nosotros tenemos, del que jamás hicimos caso a pesar de la angustiosa situación que atravesamos y seguimos mirando con tanto desdén, indudablemente que ya habría aprovechado de él, no solo para satisfacer las necesidades de su propia existencia, sino que tendría en dichos yacimientos valiosas fuentes de negocio y habría suplido ya con él el carbón inglés y americano que ahora escasea, por lo muy dificil que es su transporte.

Una prueba práctica é irrefutable de nuestra falta de iniciativa y de espíritu de empresa se tiene en el siguiente hecho: La extracción de carbón de Goyllarisquizga importa á todo costo Lp. 0.4.69 por tonelada á la empresa Americana. Podría subirse ese costo á 0.6.00 para los otros explotadores de carbón y como la distañcia de Goyllarisquizga al Callao es de 396 km. sin transbordo, aplicándole la tarifa de 2 ½ centavos por tonelada kilométrica, se tendría para el trasporte, un gasto de Lp. 0.9.90 por tonelada, que incluyendo los gastos de extracción, representaría un costo total de Lp. 1.6.00 y exagerando los gastos podrían aumentarse a Lp. 2.0.00 puesto a domicilio, y como á un precio de Lp. 3.0.00 representa una ganancia líquida de 50 % sobre el precio de costo, no sólo el empresario tendría pingües utilidades, pues en Lima y Balnearios se consumen al rededor de 50.000 toneladas de carbón por año, lo que representaría yá Lp. 50.000 de utilidades, sino que el público le daría la preferencia, pues nadie vacilaría para pagar carbón de Goyllarisquizga á Lp. 3 tonelada si actualmente lo paga mansamente resignado á Lp. 8 y Lp. 10.

Si en el estado actual de nuestras vías de transporte, que como se sabe son la base de capital importancia en la explotación de los yacimientos carboníferos, las catorce cuencas señaladas ocupan el orden de prelación en que se han enumerado en cada uno de los cuatro grupos en que han sido distribuídas, probablemente no conservarán el mismo orden cuando se construyan los diferentes tramos de ferrocarril que han de facilitar su explotación, y en la hipótesis de que esos ramales fueran una realidad, paso á hacer un estudio comparativo de las cuencas correspondientes á los diversos grupos, á fin de fijar el orden de importancia y prelación que en ese caso tendrán.

PRIMER GRUPO

Hullas y Lignitos

Tumbes, Paracas.—Por lo que respecta a ubicación y facilidad de transporte de sus productos, ambas cuencas se hallan en condiciones exactamente iguales, pero no acontece lo mismo tratándose de la extensión superficial que abarcan y del número de capas que contienen, lo que se traduce por un mayor tonelaje; y entonces Tumbes con 450 millas cuadradas y 7 capas de carbón que corresponden á un contenido de 6250 millones de toneladas, según datos debidos á los Ingenieros señores Braun, Ugarteche y Fuchs (1) comparado con Paracas que solo tiene 3 km. cuadrados y 9.700.731 toneladas, siguen ocupando respectivamente el primer lugar que se les ha señalado.

SEGUNDO GRUPO

Km. 104 y 120 del ferrocarril de Chimbote, Ancos, Cupisnique y Huayday.

Distancia de transporte

Carbón del 104 al 120 del ferrocarril...	116.000 km.
Ancos	100.000 ,,
Cupisnique	40.000 ,,
Huayday	112.000 ,,

Característica de la cuenca

	Km. 104	Ancos	Cupisnique	Huayday
Superficie.........		0.27 km.	6.4 km²	40.800 km²
Nº de capas.....	4	14	4	6
Tonelaje..........	52.000.000	8.000.000	23.680.000	117.000.000

[1] -Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas. No. 32. Pág. 23

Composición del carbón

	Km 104	Ancos	Cupisnique	Huayday
Humedad............	8.30 %		6.80 %	4.97 %
Materias volát...	5.70 ,,	13.75 ,,	8.63 ,,	5.46 ,,
Carbón fijo.........	74.36 ,,	76.50 ,,	73.73 ,,	82.85 ,,
Cenizas...............	11.59 ,,	9.52 ,,	10.84 ,,	6.71 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico.,	7305	7881	6859	7666
Azufre.................	0.59 %		0.435 %	1.63 %
Densidad			1.76	1.63

lo que hace ver que, por lo que respecta á la importancia de las cuencas, estas se agruparán asi:

1 Huayday
2 Km. 104
3 Cupisnique
4 Ancos

Pero tratándose de las condiciones en que puede hacerse la venta de su carbón, tomando S|. 5 para el costo de extracción de la tonelada de carbón y 2 y medio centavos para el transporte por tonelada kilométrica, el precio de costo en el puerto de mar, Salaverry para Huayday, Pacasmayo para Cupisnique y Chimbote para Ancos y el km 104, será:

Para	Huayday.........	Lp.	0.7.80
,,	Km. 104..........	,,	0.7.90
,,	Ancos..............	,,	0.7.50
,,	Cupisnique.......	,,	0.6.00

Lo que tratándose del negocio del carbón permite describir esas diferentes cuencas en el siguiente orden:

1 Cupisnique
2 Ancos
3 Huayday
4 Km. 104 al 120

TERCER GRUPO

Asfaltitas

Rumichaca, Pachacayo, La Lucha, Sorao, Chuicho

Distancia de transporte

Rumichaca	187.000	km.
Pachacayo	266.700	,,
La Lucha	248.500	,,
Sorao	264.250	,,
Chuicho	263.000	,,

Composición de la asfaltita

	Rumichaca	La Lucha	Sorao	Chuicho
Humedad	0.87 %	6.66 %	0.50 %	0.35 %
Mat. Volátiles.	11.87 ,,	43.05 ,,	41.60 ,,	40.45 ,,
Carbón fijo	81.23 ,,	43.126 ,,	50.375 ,,	55.23 ,,
Cenizas	6.03 ,,	5.774 ,,	2.525 ,,	2.31 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico	8280	6678	7207	7765
Azufre	3.5 %	5.105		4.9
Densidad	1.250			

Con un costo de extración de Lp. 0.5.00 por tonelada y transporte de 2 y medio centavos por tonelada kilométrica, este combustible tendrá en el Callao los siguientes precios de costo:

Rumichaca	Lp.	0.9.67
Pachacayo	,,	1.1.66
La Lucha	,,	1.1.21
Sorao	,,	1.1.60
Chuicho	,,	1.1.57

Lo que demuestra que por lo que respecta á condiciones de competencia en el negocio, estos yacimientos se agrupan en el siguiente orden de prelación:

1 Rumichaca con Lp. 0.9.67
2 La Lucha ,, ,, 1.1.21
3 Chuicho ,, ,, 1.1.57
4 Sorao ,, ,, 1.1.60
5 Pachacayo ,, ,, 1.1.67

CUARTO GRUPO

Hullas

Goyllarisquizga, Jatunhuasi, Oyón.

Distancia de transporte

Goyllarisquizga	396.000	km.
Jatunhuasi por Pachacayo	332.700	,,
Jatunhuasi por Huancayo	415.900	,,
Oyón	158.500	,,

Características de las cuencas

	Goyllarisquizga	Jatunhuasi	Oyón
Superficie	17.5 km. cud.	1650 km. cud.	100 km. cud.
Nº de capas.	4	1	4
Tonelaje	50.000.000	297.500.000	250.000.000

Composición del carbón

	Goyllarisquizga	Jatunhuasi	Oyón
Humedad		3.273 %	3.600 %
Materias volátiles	37.55 %	33.723 ,,	23.500 ,,
Carbón fijo	35.40 ,,	49.670 ,,	66.000 ,,
Cenizas	27.05 ,,	10.000 ,,	4.900 ,,
	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Poder calorífico		6736	7065
Azufre	1.475 %	1.5 %	

Tomando la misma base de cálculo que para los yacimientos anteriores, esto es, de Lp. 0.5.00 para el costo de explotación por tonelada de carbón y de 2 y medio centavos para el transporte por tonelada kilométrica, se tendrá para estas diferentes cuencas de hulla, los siguientes precios de costo: para la tonelada de carbón de Jatunhuasi y Huancayo puesto en el Callao, y de Oyón en Huacho.

Goyllarisquizga	Lp. 1.4.90
Jatunhuasi por Pachacayo	,, 1.3.32
Jatunhuasi por Huancayo	,, 1.5.40
Oyón	,, 0.8.96

Un atento estudio de los cuadros relativos á este grupo demuestra:

1º—El kilometraje ferroviario para transportar el carbón de Oyón á la costa, es menor en 237.5 km. que para el de Goyllarisquizga; 174.5 km. que para Jatunhuasi por Pachacayo; 361.4 km. que para Jatunhuasi por Huancayo.

2º—Prescindiendo de Goyllarisquizga, porque los datos que figuran en el cuadro segundo no se refieren á toda la cuenca, sino únicamente á la cubeta reconocida, la comparación entre Jatunhuasi y Oyón dá todas las ventajas á esta última, pues si se trata de superficie, mientras que en Jatunhuasi sobre 1650 km^2 se han cubicado 297 y medio millones de carbón, en Oyón sólo sobre 100 km^2 ó sea una superficie 16 veces menor, se tiene 250 millones de toneladas de hulla y por lo que respecta al número de capas, contra una sola con una potencia de 0.50m. en promedio que tiene Jatunhuasi, Oyón ofrece cuatro capas con una potencia totalizada de 4 m. ó sea un espesor ó potencia en carbón 8 veces mayor que la que hay en Jatunhuisi.

3º—Que comparada la composición de las hullas de Goyllarisquizga y Jatunhuasi, con las de Oyón, estas últimas tienen mayor cantidad de carbón fijo; y en consecuencia mayor poder calorífico, y menor proporción de cenizas que el carbón de las dos primeras cuencas; y finalmente,

4º—Que tratandose del precio de costo del carbón puesto en un puerto de mar, que es la base del negocio y de la competencia que pueda iniciar ó soportar, se tiene que el carbón de Oyón tiene en su favor las siguientes diferencias de precios.

Lp. 0.4.36 menos que el de Jatunhuasi transportado por Pachacayo,

Lp. 0.5.94 menor que el de Goyllarisquizga;

Lp. 0.6.44 menor que el de Jatunhuasi transportado por Huancayo, lo que en la práctica representará los coeficientes de competencia que el carbón de Oyón podrá iniciar victoriosamente á todos los demás yacimientos de hulla de la República, excepción hecha de la de Paracas que se halla á orillas del mar y en donde en consecuencia es prácticamente nulo el precio de costo para el transporte terrestre.

Resumiendo lo expuesto en el presente capítulo tenemos:

1º—Que en las actuales circunstancias podemos explotar ventajosamente yacimientos de lignitos, hullas, antracitas y asfalti-

tas, capaces de satisfacer las necesidades de la industria en todas sus manifestaciones y las de la economía doméstica.

2º—Que los catorce yacimientos ó cuencas carboníferas, capaces de llenar las condiciones indicadas, forman cuatro grupos que contienen las zonas que ofrecen similitud de condiciones.

3º—Que podemos tener combustible en los siguientes puertos y con los siguientes precios de costo:

Antracitas del km. 104 en Chimbote á......	Lp.	0.7.90	T.
Asfaltitas de Rumichaca en el Callao.........	,,	0.9.67	,,
Asfaltitas de La Lucha en el Callao...........	,,	1.1.21	,,
Hulla de Goyllarisquizga en el Callao......	,,	1.4.90	,,

y como actualmente se venden en Lima carbón á Lp. 8 y Lp. 10 la tonelada, se ve que con los precios indicados, no solo puede venderse carbón mucho más barato, sino que los que acometan dicha empresa podrán realizar pingües utilidades.

4º—Que de todas las cuencas productoras de hulla en la república, Oyón es la de mayor importancia, tanto por el menor precio á que podrán venderse sus productos cuanto por las mejores condiciones de mejor calidad del carbón, mayor potencia de los yacimientos y menor kilometraje de transporte; y

5º—Que los treinta yacimientos ó cuencas carboníferas restantes, que no han sido consideradas en los cuatro grupos anteriores, tienen también gran importancia por el tonelaje de carbón que encierran y por la buena calidad de éste, pero que, desgraciadamente, por la falta de medios de transporte no pueden trasladar sus productos á la costa, y se ven reducidos á satisfacer tan sólo las necesidades de las regiones donde se encuentran.

———

V

LOS YACIMIENTOS CARBONÍFEROS EN RELACIÓN CON EL PADRÓN Y CON LA ESTADÍSTICA DE MINAS

Creado el Padrón de Minas, como publicación semestral, por ley de 15 de noviembre de 1879, desde entonces comenzaron á aparecer en él las pertenencias de carbón que había posesionadas, y del interés que por estos yacimientos se tiene, puede juzgarse por el siguiente cuadro que corresponde á los primeros decenios posteriores á la época de su aparición.

Dept. Asientos	1889 Empadronadas		1899 Empadronadas		1909 Empadronadas		1917 Empadronadas	
	Minas	Pert.	Minas	Pert.	Minas	Pert.	Minas	Pert.
Tumbes...........	0	0	1	1	......	......	......	......
Paita............ ..	...	...	....	....	......	......	40	562
Lambayeque...	...	...	....	....	4	200	......	......
Ferreñafe.........	...	...	....	....	......	......	3	180
Huamachuco...	1	1	6	9	2	2	1	1
Saipo..............	1	1	....	....	7	128	......	......
Otuzco............	...	...	....	....	4	5	4	5
Trujillo...........	...	...	....	....	1	1	......	......
S. de Chuco.....	...	...	....	....	3	10	7	35
Santa	...	...	....	....	......	......	......	......
Chacas............	...	...	....	....	2	5	1	1
Huari	2	3	3	4	8	11	3	7
Conchucos.......	...	...	....	....	1	3	5	45
Corongo..........	...	...	....	....	17	402	5	9
Bolognesi	...	...	....	....	2	26	......	......
Huaylas..........	24	27	21	25	35	138	17	72
Recuay	8	10	5	5	6	39	3	4
Yungay	...	...	....	....	......	......	......	......
Cajamarca	3	3	6	11	8	18	6	10
Van....	39	45	42	55	100	988	95	931

Dept. Asientos	1889 Empadronadas Minas	Pert.	1899 Empadronadas Minas	Pert.	1909 Empadronadas Minas	Pert.	1917 Empadronadas Minas	Pert.
Vienen....	39	45	42	55	100	988	95	931
Contumazá	...	...	....	....	4	160	1	20
Hualgayoc	1	2	9	44	1	1	13	285
Cajabamba	...	...	....	....	......	......	4	127
Huallanca.	...	...	....	....	10	23	15	34
Huánuco	...	...	....	....	......	......	......	......
Cerro de Pasco	29	41	72	110	159	513	206	810
Yauli	13	30	29	48	48	152	51	122
Cincos	3	3	3	3	2	2	......	......
Jauja	...	...	7	19	26	310	30	719
Huancayo	3	6	7	28	5	93	4	53
Yauyos...........	...	...	....	....	5	152	1	3
Lima..	...	...	....	....	1	60	......	......
Cajatambo......	5	6	5	7	18	54	35	103
Huarochirí	3	8	....	....	......	......	2	9
Canta..............	...	...	....	....	......	......	4	27
Pisco	...	...	....	....	2	69	......	......
Huancavelica ..	...	...	....	....,	......	......	1	2
	96	140	174	314	381	2577	462	3245
Superficie en km. cuadrados............	5.600		12.500		103.080		129.800	
Contribución anual Lp.	420		942		7731		9735	

Lo que demuestra que en el trascurso de 28 años la propiedad en el carbón ha aumentado de 96 minas con 140 pertenencias y una superficie de 5.6 kilómetros cuadrados que abonaban al Estado una contribución anual de Lp. 420, á 462 minas con 3145 pertenencias, que abarcan una superficie de 129.8 km. cuadrados y pagan Lp. 9735, lo que corresponde á un incremento anual de 110,892 pertenencias con 4,436 km. cuadrados y una contribución de Lp. 332.6.76.

Durante muchos años hemos vivido en la más completa ignorancia respecto á datos estadísticos relativos á la producción minera de la República, y es sólo á partir de 1904, que merced á la feliz iniciativa del ilustrado Director del Cuerpo de Ingenieros de Minas, señor Ingeniero don Marco A. Denegri, que entonces ejercía la dirección de ese importante Instituto, que podemos conocer á partir de dicho año la producción de carbón nacional, así como la cantidad de carbón extranjero que se ha importado en cada año, cuyos datos pueden verse en el siguiente cuadro:

AÑO	TONELADAS MÉTRICAS DE CARBÓN			VALOR DEL CARBÓN		
	Nacional producido	Extranjero Importado	Consumido	Producido Lp.	Importado Lp.	Consumido Lp.
1904	59.920	112.900	172.820	89.880	225.800	315.680
1905	75.308	87.900	153.208	100.000	175.800	275.800
1906	79.969	121.400	201.369	138.155	242.800	380.955
1907	185.565	122.245	307.810	107.116	244.490	351.606
1908	311.122	193.706	504.828	140.784	387.412	528.196
1909	321.502	97.023	418.525	192.356	194.046	386.402
1910	307.320	80.933	388.253	178.992	161.866	340.858
1911	324,000	83.102	407.102	194.155	166.204	360.359
1912	278.927	78.948	357.875	......	157.896	......
1913	273.945	150.660	424.605	199.250	301.320	500,570
1914	283.680	139 312	422.992	205.167	300.000	505.167
1915	290.743	55.662	346.405	208.890	......	......
1916	319.063	82.373	401.436	......	......	......
1917	......	......	......	......	......	......

Los precios del carbón producido, se han calculado teniendo en cuenta los siguientes precios por tonelada métrica para los diferentes combustibles:

En 1904. Antracitas de Caraz Lp. 0.800. Hulla de Quishuarcancha Lp. 2. Coke de Oyón Lp. 5. Asfaltos de Yauli Lp. 1.800 Hulla de Jatunhuasi Lp. 2.

En 1905, Pizarra bituminosa en el Cerro Lp. 0.650. Hulla de id. Lp. 1.500. Asfaltos de Yauli Lp. 2.300. Coke de Oyón en el Cerro Lp. 6.

En 1906, Antracita precio medio Lp. 500. Hulla de Ancachs Lp. 1.500. Hulla de Junín Lp. 2. Hulla de Cajamarca Lp. 0.900. Pizarra bituminosa y lignitos Lp. 0.600.

En 1907, Hulla de Ancachs Lp. 1. Antracitas de id. Lp. 0.800. Hulla de Cajamarca y Huánuco Lp. 0.320. Hulla de Junín Lp. 0.600. Pizarra y lignitos Lp. 0.150.

En 1908, Hulla de Cajatambo Lp. 1. Antracitas de Huari Lp. 0.550; de Huaraz y Huaylas Lp. 0.700; de Pallasca y Yungay Lp. 0.220. Hulla de Cajamarca y Huánuco Lp. 0.300; de La Libertad Lp. 0.160; del Cerro de Pasco Lp. 0.450. Pizarra Lp. 0.240.

En 1909 y 1910, las hullas de Cajatambo Lp 1; de La Libertad Lp. 1.600; de Junín Lp. 0.600. Las antracitas de Huari Lp. 0.550; Huaraz y Huaylas Lp. 0.700; Pallasca y Yungay Lp. 0.250.

En 1911, las hullas de Cajatambo Lp. 1; de Cajamarca Lp. 0.300; de La Libertad Lp. 0.160; de Junín Lp. 0.600. Las antracitas de Huari Lp. 0.550. Huaraz y Huaylas Lp. 0.750. Pallasca Lp. 0.250.

En 1912, las hullas de Cajatambo Lp. 0.800 á Lp. 1, las de Cajamarca Lp. 0.250 á Lp. 0.350, las de Junin Lp. 0.600 á Lp. 1.200. Las de La Libertad Lp. 0.150 á Lp. 0.200. Las antracitas de Huari Lp. 0.500 á Lp. 0.600. Huaraz y Huaylas Lp. 0.750 á Lp. 0.800. Pallasca Lp. 0.250 á Lp. 0.400. Huánuco Lp. 0.400 á Lp. 0.600. Asfaltos Lp. 1.400.

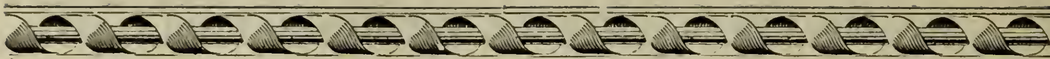
En 1913, las hullas de Cajatambo Lp. 0.800 á Lp. 1, de Cajamarca de Lp. 0.250 á Lp. 0.350. De Cajabamba de Lp. 0.200 á 0.300. De Junín de Lp. 0.700 á Lp. 0.800. Las antracitas de Huari Lp. 0.500 á Lp. 0.600. Las de Huarás y Huaylas de Lp. 0.750 á Lp. 0.800 de Pallasca de Lp.250 á Lp. 0.400. Las asfaltitas de Lp. 1 á Lp. 1.300.

El cuadro que precede hace ver:

1º—Que la mayor producción de carbón nacional, se alcanzó en 1911 con 324.000 toneladas.

2º—Que el máximo de la importación del carbón extranjero, tuvo lugar en 1908 con 193.706 toneladas; y

3º—Que el mayor consumo de carbón se verificó en 1908, en que se llegó á 504.828 toneladas; correspondiendo á las tres máximas señaladas, respectivamente, los valores de Lp. 194,155 de Lp. 387.412 y de Lp. 528.1.96.



VI

CONCLUSIONES

Conocidas como son yá la historia del carbón en el Perú, las características de los diferentes yacimientos y cuencas carboníferas, su edad geológica y las condiciones de superioridad que unas tienen sobre otras, para terminar esta monografía no resta sino formular las conclusiones que del presente estudio se derivan:

1ª—Que fué el señor Mariano Eduardo de Rivero, el primero que en 1855, diera noticia de la existencia del carbón en el Perú, señalando las diferentes localidades hasta entonces conocidas, donde se había encontrado, y haciendo ver, que desde 1816 el carbón de Rancas había sido industrialmente empleado para producir vapor en las calderas que en Cerro de Pasco tenía la Compañía Abadía.

Ha transcurrido más de un siglo desde que se hicieron las primeras aplicaciones industriales del carbón y casi dos tercios de siglos, desde que el señor Rivero hiciera conocer la existencia de nuestros diferentes centros carboníferos, y á pesar del largo período de tiempo trascurrido, es doloroso confesarlo, de nuestros numerosos depósitos carboníferos, sólo los de Goyllarisquizga se hallan en un período de franca explotación, pues los trabajos que existen en los demás, no han completado siquiera los de exploración ó simples reconocimientos.

2ª—Que los ingenieros extranjeros al servicio del Estado ó de la Escuela de Ingenieros primero, y el Cuerpo de Ingenieros nacionales después, se han esforzado por dar á conocer las diferentes cuencas carboníferas que han reconocido, siendo un deber de justicia expresar que los informes emitidos por los últimos son los más completos y detallados.

3ª—Que el Cuerpo de Ingenieros de Minas del Estado, ha realizado labor patriótica y altamente provechosa, en relación con el carbón en el país, pues sus numerosos boletines contienen los datos más concretos y numerosos que sobre nuestra bibliografía del carbón existen.

4ª—Que el autor de este trabajo, ha sido uno de los profesionales que más se ha interesado por hacer conocer nuestros yacimientos de carbón, labor que viene realizando desde 1900 y que completa ahora con esta Monografía, figurando entre sus trabajos de propaganda en este sentido los siguientes:

1900—Apuntes sobre las minas de carbón en el Perú.
1903—Descripción de los yacimientos de carbón en Hualgayoc

1903—	id.	id.	id.	de Catambo
1904—	id.	id.	id.	de Cajabamba
1904—	id.	id.	id.	de Contumazá
1905—	id.	id.	id.	de Cajamarca
1905 —	id.	id.	id.	de Otuzco
1905—	id.	id.	id.	de Celendín
1906—	id.	id.	id.	de Huamachuco

1918—El carbón en el Perú.

5ª—Que el malogrado Director de la Escuela de Ingenieros señor Eduardo J. Habich, recomendaba no sólo que se hiciera un estudio detenido de nuestros depósitos de carbón, sino también su reconocimiento mediante sondajes, y aconsejaba la adquisición de aparatos para el efecto y la preparación para su manejo de un personal especial.

Han transcurrido 17 años desde que tal recomendación se hiciera y aun no tenemos en el Perú más aparato de sondaje que el importado por la Compañía Minera Paracas, que por ser de propiedad de particular no puede emplearse en los reconocimientos de nuestras diferentes cuencas de carbón, que el Gobierno debe mandar practicar por cuenta del Estado.

6ª—Que el Ingeniero José Balta, en su triple condición de profesional, de funcionario público como Director y Ministro de Fomento, y como Legislador, se ha preocupado siempre y con todo interés de hacer conocer, y del desarrollo de nuestros yacimientos de carbón.

7ª—Que en esta patriótica labor de hacer conocer nuestros depósitos de carbón, también han cooperado algunos delegados

de minería, como los señores Estenio Pinzás y Lucas Garvin en Dos de Mayo, W. A. Zumaita en Angaraes y Mariano Lizarzaburo en Cajatambo.

8ª—Que la cordillera de los Andes, al atravesar nuestro territorio, desde Tumbes en el paralelo 4, hasta Sama en el 18, ó sea en una extensión de 14 grados geográficos, marca su paso por los afloramientos carboníferos que ostenta tanto sobre su vertiente occidental como sobre la oriental, llegando en algunos casos, las primeras hasta las mismas orillas del mar, como acontece en Tumbes y Paracas, lo que hace ver que tanto en la región de la costa como en la de la sierra, tenemos carbón á todo el largo de nuestro territorio, el que salvo pequeñas lagunas y pocas diferencias en su edad geológica, puede considerarse como un yacimiento único y continuado.

9ª—Que la cordillera de los Antes divide á nuestra gran cuenca carbonífera en dos regiones bien marcadas, la occidental ó de la costa y la oriental ó de la sierra, habiéndose distribuído veinte depósitos ó yacimientos en la primera y veinticuatro en la segunda, ó sea un total de cuarenticuatro regiones o depósitos carboníferos, sobre las que se dan detalles más ó menos completos, dependiendo las lagunas que se observan sobre el terreno, de la falta de trabajo de exploración y de la descripción de los yacimientos, de la carencia absoluta de datos que sobre ellos existen.

Muy sensible es que de estos 44 depósitos carboníferos sólo se tengan estudios completos con planos topográficos, geológicos, etc., de cuatro, de los que dos son cisandinos, Cupisnique y Ancos; y dos trasandinos, Goyllarisquizga y Jatunhuasi, faltando el de los 40 depósitos restantes, algunos de los que son de gran importancia y contienen enorme tonelaje de carbón, deficiencia esta que urge salvar á la brevedad posible, con cuyo fin, propondré al Congreso Nacional de la Industria Minera, que acuerde solicitar de los Poderes Públicos el estudio sistemático y detallado de todas nuestras cuencas carboníferas, no limitándose al estudio geológico y topográfico de ellas, sino también haciendo el reconocimiento de las capas de carbón mediante sondajes convenientemente distribuídos.

10ª—Que el cuadro sinóptico hace ver que la cuenca carbonífera occidental de la cordillera ofrece un contenido de 12.190.930.000 toneladas y la oriental de 2.273.106.100 toneladas ó sea un total de 14.464.036.100 toneladas, debiendo hacer notar que las diferencias que se notan entre el tonelaje fijado por el citado cuadro, y los que figuran en la descripción de los diferentes yacimientos se

deben á que en el cuadro he considerado los tonelajes señalados por el Ingeniero señor Fernando C. Fuchs (1) y al ocuparme de los yacimientos ó conclusiones deducidas del estudio de ellos, les he dado un tonelaje usando fuertes coeficientes de corrección ó de seguridad.

11ª—Que las 14.464.036.100 toneladas á que se refiere la conclusión anterior corresponden solo á 19 depósitos ó yacimientos, no pudiendo indicarse el que respecta á los demás por la carencia de datos respecto á la extensión superficial de ellos, número de capas, potencia de éstas, etc., sin cuyos datos es imposible calcular su tonelaje.

12ª—Que el tonelaje citado, puede servir para atender á las necesidades del consumo en el Perú durante 1446 años á razón de 10 millones de toneladas por año, tonelaje que por desgracia tendrán que trascurrir muchos años antes de que podamos tenerlo, ó la provisión de carbón en el mundo durante 10 años, con el tonelaje de 1.473.754.771 que tuvo en 1913 que alcanzó su máximo de producción.

13ª—Que por la situación de los afloramientos carboníferos que aparecen sobre ambas vertientes de la cordillera y sobre los contrafuertes de ésta, asi como en los flancos de la quebradas originadas por la erosión de las aguas, la explotación del carbón contenido por las capas puede hacerse mediante galerías en dirección y sobre la pendiente, lo que es más cómodo, rápido y menos costoso que la explotación por pozos que demandan el uso de maquinarias complicadas.

14ª—Que nuestros yacimientos contienen todas las variedades de combustibles conocidas, de tan buena calidad, que pueden competir victoriosamente con los mejores de cualquiera otra procedencia, y asi tenemos espléndidos lignitos, hullas grasas y secas, antracitas y asfaltitas, tanto bituminosas como secas.

15ª.—Que el Perú tiene tanto carbón y de tan buena calidad, que no sólo podrá atender á su propio consumo sino también al de otras naciones, especialmente á las de Sud América.

16ª—Que los yacimientos carboníferos peruanos corresponden á tres edades geológicas distintas. Pertenecen las más antiguas, que son las hullas de Paracas, de Cullucchaca, de Capachique, Vilque y Juli, al sistema carbonífero. Los intermedios que son los depósitos de carbón más extensos é importantes, pues cubren casi toda la extensión de la cordillera, al sistema cretáceo.

(1)—Perú to Day. Año III. Nº 6, Pág. 48, 49.

Y finalmente las más modernas, que son los lignitos de Tumbes, Yanacancha y Paruro, á la era terciaria ó neozoica.

17ª—Que después de la deposición de los yacimientos de carbón que pertenecen á los sistemas carboníferos y cretáceo, tuvo lugar el levantamiento de la cordillera de los Andes, razón por la que las capas de carbón participan de los plegamientos, dislocaciones, fallas, etc. de los estratos que las encierran y que la deposición de los lignitos que tuvo lugar durante la era terciaria ha sido posterior al levantamiento de la cordillera.

18ª.—Que á consecuencia del levantamiento de la cordillera y de otras causas posteriores, se produjeron fracturas en el terreno las que en algunos lugares fueron rellenadas por sustancias minerales, que en algunos casos cruzan cortando á las capas de carbón, y en otras donde existía petróleo, rellenando este, esas fracturas, por su posterior oxidación ha originado los filones de asfalto que se observan en varias localidades, especialmente en el departamento de Junín.

19ª-Que de los 44 depósitos ó yacimientos de carbón que se han señalado en el territorio de la República, sólo 14 ofrecen condiciones que permiten su aprovechamiento inmediato ó mediante la construcción de pequeños ramales de ferrocarril, en el estado actual de nuestras vías de transporte que son la base de las explotaciones carboníferas.

20ª.—Que esos 14 yacimientos se clasifican en 4 grupos diferentes, caracterizados por la semejanza de condiciones que ofrecen, comprendiendo el primer grupo los lignitos de Tumbes y hullas de Paracas que avanzan hacia el mar; el segundo, las antracitas del ferrocarril de Chimbote, Ancos, Cupisnique y Huayday; el tercero, los asfaltos de Rumichaca, Pachacayo, La Lucha, Sorao y Chuicho; y el cuarto grupo, las hullas de Goyllarisquizga, Jatunhuasi y Oyón.

21ª.—Que los yacimientos de los cuatro grupos anteriores, por su importancia y otras causas guardan entre sí el siguiente orden de prelación:

EN EL PRIMER GRUPO

1º—Tumbes
2º—Paracas

EN EL SEGUNDO GRUPO

1º—Cupisnique
2º—Ancos
3º—Huayday
4º—Km. 104 á 120 del F. C. de Chimbote

EN EL TERCER GRUPO

1º—Rumichaca
2º—La Lucha
3º—Chuicho
4º—Sorao
5º—Pachacayo

EN EL CUARTO GRUPO

1º—Oyón
1º—Goyllarisquizga
3º—Jatunhuasi.

22ª.—Que con nuestros actuales medios de transporte podemos tener combustible en los siguientes puertos de mar con los precios de costo que para ellos se indican:

1º—Antracitas del F. C. de Chimbote.........	Lp.	0.7.90	ton.
2º—Asfaltitas de Rumichaca en el Callao...	,,	0.9.67	,,
3º—Asfaltitas de La Lucha ,, ,, ,;	,,	1.1.21	,,
4º—Hullas de Goyllarisquizga . ,, ,,	,,	1.4.90	,,

23ª.—Que con la preferencia que hasta ahora se dá á las hullas, los yacimientos de Oyón, por su tonelaje, potencia de capas, naturaleza del carbón y menor kilometraje de transporte, son las que ocupan el primer lugar.

24ª.—Que los 30 yacimientos carboníferos que no se han considerado en los 4 grupos ya citados tienen gran importancia, pero por la deficiencia de medios de transporte, no pueden servir de base para negociaciones que se ocupen de su venta en la costa, pero podrán satisfacer las necesidades industriales y domésticas en las localidades en que se hallan ubicados.

25ª.—Que la propiedad carbonífera ha aumentado de 96 minas con 140 pertenencias (5,6 km. de superficie y Lp. 420 de contribución anual) en 1879, á 462 minas con 3245 pertenencias (129,8 km, de superficie y Lp. 9735 de contribución) en 1917, lo

que corresponde á un incremento anual de 110,892 pertenencias (4,436 km. cuadrados de superficie y Lp. 332.6.72 de contribución); y

26ª.—Que la estadística minera demuestra:

a).—Que la producción de carbón nacional que en 1904 era de 59.920 toneladas alcanzó su máximo en 1911 con 324.000 toneladas bajando en 1913 á 273.945 toneladas para comenzar á subir hasta 1916 en que se tuvieron 319.063 toneladas.

b).—Que el máximo de producción nacional se obtuvo en 1911 con 324,000 toneladas que tuvieron un costo de Lp. 194.155.

e).—Que la mayor importación de carbón extranjero se verificó en 1908 con 193.796 toneladas que costaron Lp. 387.412

d).—Que en 1911 tuvo lugar el mayor consumo de carbón nacional y extranjero con un tonelaje de 504.828 y un valor de Lp. 528.196.

ON EN EL P[illegible]

IFEROS PERUANOS

Clase de Combustible	Direcc[illegible] de las [illegible]	[illegible]rbón fijo %	Cenizas %	Poder calorífico	Azufre %	Densidad
TOS CISAN[illegible]						
Lignitos.............	....	[illegible].200	3.800	3792	....	
Huilas...............	....	[illegible].960	2.150	8489		....
Antracitas..........	NE. a S[illegible]	[illegible].920	14.150	6899	2.500	....
Antracitas..........	NO. a S[illegible]	[illegible]730	10.840	7744	0.435	1.760

(ANALISIS spans the columns from Carbón fijo to Densidad.)

EL CARBON EN EI

CUADRO SINOPTICO DE LOS YACIMIENTOS CARBONIFEROS PERU

Yacimientos	DISTANCIAS: Kms. á la Estación ferroviaria de		Kms. de F. C. a la Costa	Distancia total al puerto de		Ubicación política	Edad geológica	Clase de Combustible
YACIMIENTOS CIS								
1. Tumbes	0.000		0.000	0.000	Puerto Pizarro	Tumbes	Terciario	Lignitos
2. Jaguay Negro	92.000	Jubito	54.760	146.760	Paita	Sullana	Cretáceo	Hullas
3. Motupe	88.405	Lambayeque	27.200	115.605	Eten	Lambayeque	Cretáceo	Antracitas
4. Cupisnique	32.000	San Pedro	8.000	40.000	Pacasmayo	Contumazá	Cretáceo	Antracitas
5. Yumagual y Chotén	38.000	Chilete	104.300	142.300	id.	Cajamarca	Cretáceo	Antracitas
6. Corral	16.000	id.	104.300	120.300	id.	Contumazá	Cretáceo	Antracitas
7. San Benito	45.000	Pampas	82.000	127.000	Salaverry	Contumazá	Cretáceo	Antracitas
8. Lagunas	9.000	id.	82.000	91.000	id.	Otuzco	Cretáceo	Antracitas
9. Huayday	65.000	id.	47.000	112.000	id.	Otuzco	Cretáceo	Antracitas
10. Ancos	24.000	Chuquicara	76.000	100.000	Chimbote	Pallasca	Cretaceo	Antracitas
11. Km. 104 á 120 — F. C. Chimbote	0.000	km. 104 a 120	112.000	112.000	id.	Pallasca	Cretáceo	Antracitas
12. Oyón	90.000	Sayán	58.500	148.500	Huacho	Cajatambo	Cretáceo	Hullas
13. Checras	125.000	id.	58.500	183.500	id.	Chancay	Cretáceo	Hulla antracitosa
14. Sillapata	23.500	Matucana	103.000	126.500	Callao	Huarochirí	Filones de asfalto	Asfaltita
15. Yeuro Laraos	184.000	Cañete	15.000	199.000	Cerro Azul	Yauyos	Cretáceo	Hullas
16. Paracas	0.000		0.000	0.000	Paracas	Pisco	Carbonifero	Hullas
17. Siguas y Majes	75.000			75.000	Quilca	Camaná		Hullas
18. Sumbay		Sumbay	285.000	285.000	Mollendo	Arequipa		Antracitas
19. Pubaya Caruma					Ilo	Moquegua	Cretáceo	Hullas
20. Sama	0.000		0.000	0.000	Sama	Tacna		
YACIMIENTOS TRA								
1. Hualcalera	319.000	Chilete	104.300	423.300	Pacasmayo	Chachapoyas		Hulla (Asfaltita)
2. Tayamac	195.700	id.	104.300	300.000	id.	Hualgayoc	Cretáceo	Antracitas
3. Yanacancha	110.700	id.	104.300	215.000	id.	Cajamarca	Terciario	Lignitos
4. Punre	100.000	id.	104.300	204.300	id.	Celendín	Cretáceo	Antracitas
5. Sendamal	115.000	id.	104.300	219.300	id.	Celendín	Cretáceo	Antracitas
5. Hualanga ó Shicuaro	60.000	id.	104.300	164.300	id.	Cajamarca	Cretáceo	Hullas
6. San Marcos	110.000	id.	104.300	214.300	id.	Cajamarca	Cretáceo	Hullas
6. Yanayacu y Lucmilla	160.000	id.	104.300	264.300	id.	Cajabamba	Cretáceo	Antracitas
7. Olivo, Sayaparco	194.000	Menocucho	33.000	227.500	Salaverry	Huamachuco	Cretáceo	Antracitas
8. Cayacuyán, Chasamuday	100.000	id.	33.000	133.000	id.	Santiago de Chuco	Cretáceo	Antracitas
9. Chamano, Angasmarca	150.000	id.	33.000	183.000	id.	Santiago de Chuco	Cretáceo	Antracitas
9. Potrero Conchucos	55.000	Chuquicara	76.000	131.000	Chimbote	Pallasca	Cretáceo	Antracitas
10. Andaymayo, Yuravilca	72.000	al km. 120	120.000	192.000	id.	Pomabamba	Cretáceo	Antracitas
11. Huaylas, Yungay	24.000	,, ,, ,,	120.000	144.000	id.	Huaylas y Yungay	Cretáceo	Hullas
12. Chacas, San Luis	112.000	,, ,, ,,	120.000	232.000	id.	Huari	Cretaceo	Antracitas
13. Milu Puente	69.000	,, ,, ,,	120.000	189.000	id.	Huaraz	Cretáceo	Hullas

15. Yeuro Laraos	184.000	Cañete	15.000	199.000	Cerro Azul	Yauyos	Cretáceo	Hullas	N
16. Paracas	0.000		0.000	0.000	Paracas	Pisco	Carbonífero	Hullas	N
17. Siguas y Majes	75.000			75.000	Quilca	Camaná		Hullas	
18. Sumbay		Sumbay	285.000	285.000	Mollendo	Arequipa		Antracitas	
19. Pubaya Caruma					Ilo	Moquegua	Cretáceo	Hullas	N
20. Sama	0.000		0.000	0.000	Sama	Tacna			

YACIMIENTOS TRAS

1. Hualcalera	319.000	Chilete	104.300	423.300	Pacasmayo	Chachapoyas		Hulla (Asfaltita)	
2. Tayamac	195.700	id.	104.300	300.000	id.	Hualgayoc	Cretáceo	Antracitas	N
3. Yanacancha	110.700	id.	104.300	215.000	id.	Cajamarca	Terciario	Lignitos	E
4. Punre	100.000	id.	104.300	204.300	id.	Celendín	Cretáceo	Antracitas	E
5. Sendamal	115.000	id.	104.300	219.300	id.	Celendín	Cretáceo	Antracitas	N
5. Hualanga ó Shicuaro	60.000	id.	104.300	164.300	id.	Cajamarca	Cretáceo	Hullas	E
6. San Marcos	110.000	id.	104.300	214.300	id.	Cajamarca	Cretáceo	Hullas	E
6. Yanayacu y Lucmilla	160.000	id.	104.300	264.300	id.	Cajabamba	Cretáceo	Antracitas	N
7. Olivo, Sayaparco	194.000	Menocucho	33.000	227.500	Salaverry	Huamachuco	Cretáceo	Antracitas	N
8. Cayacuyán, Chasamuday	100.000	id.	33.000	133.000	id.	Santiago de Chuco	Cretáceo	Antracitas	N
9. Chamano, Angasmarca	150.000	id.	33.000	183.000	id.	Santiago de Chuco	Cretáceo	Antracitas	N
9. Potrero Conchucos	55.000	Chuquicara	76.000	131.000	Chimbote	Pallasca	Cretáceo	Antracitas	N
10. Andaymayo, Yuravilca	72.000	al km. 120	120.000	192.000	id.	Pomabamba	Cretáceo	Antracitas	N
11. Huaylas, Yungay	24.000	,, ,, ,,	120.000	144.000	id.	Huaylas y Yungay	Cretáceo	Hullas	E
12. Chacas, San Luis	112.000	,, ,, ,,	120.000	232.000	id.	Huari	Cretaceo	Antracitas	N
13. Milu Puente	69.000	,, ,, ,,	120.000	189.000	id.	Huaraz	Cretáceo	Hullas	
14. Llaclla	192.000	Sayán	58.500	250.500	Huacho	Bolognesi	Cretáceo	Antracitas	
15. Queropalca	60.000	Yanahuanca.	396.000	456.000	Callao	2 de Mayo-Huánuco	Cretáceo	Antracitas	
16. Cochacalla y Chaulan						Huánuco	Cretáceo		
17. Goyllarisquizga	0.000	Goyllarisquizga.	396.000	396.000	id.	Cerro de Pasco	Cretáceo	Hullas	E
Rumichaca	0.000	al km. 187	187.000	187.000	id.	Yauli	Filones de asfalto	Asfaltita seca	
Pomacocha	15.000	,, ,, ,,	187.000	202.000	id.	Yauli	id. ,, ,,	id. bituminosa	
18. Marcapomacocha	40.000	,, ,, 165.	165.000	205.000	id.	Yauli	id. ,, ,,	id. id.	N
La Lucha	6.000	Huari	242.500	248.500	id.	Yauli	id. ,, ,,	id. id.	N
Chuicho	20.000	id.	243.000	283.000	id.	Yauli	id. ,, ,,	id. id.	N
Sarao	7.000	Cachapalpa	261.250	268.250	id.	Yauli	id. ,, ,,	id. id.	N
19. Jatunhuasi	70.000	Huancayo	345.900	415.900	id.	Huancayo	Cretaceo	Hullas	
20. Cullucchaca						La Mar	Carbonífero		
21. Viscapalca						Castrovirreyna	Carbonífero	Hullas	
22. Livitaca	90.600	Sicuaní	673.400	764.000	Mollendo	Chumbivilcas	Cretaceo	Antracitas	N
23. Colcaní	25.000	Cabanillas	443.200	468.200	id.	Lampa	Carbonifero	Hullas	E
24. Santa Lucía	5.000	Santa Lucía	410.000	416.000	id.	Lampa	Carbonifero	Hullas	E
25. Capachiqui y Vilque	5.000	Coata	495.000	500.000	id.		Carbonifero	Hullas	
26. Canaviri y Juli					id.		Carbonifero	Hullas	

(*).—El Ing° señor E. I. Dueñas, opina por reducir este cálculo a un 25 %.

(F).—Cifras consignadas por el Ingeniero señor Fernando C. Fuchs, en un cuadro publicado en "Perú to–day" en agosto de 1911.

(B).—Tonelaje fijado por el Ingeniero señor J. Balta.

Los datos relativos a distancias, cuando corresponden a dos cuencas, se refieren al promedio de la distancia de ellas al ferrocarril.

Los datos relativos a la composición del carbón provienen en general del promedio de varios ensayos.

No

RBON EN EL PERU

BONIFEROS PERUANOS, PREPARADO POR F. MALAGA SANTOLALLA

NTOS CISANDINOS

							ANALISIS						
ica	Clase de Combustible	Dirección de las capas	Nº de capas conocidas	Potencia de las capas en metros	Superficie en km. cuadrados	Tonelaje contenido	Humedad %	Materias volátiles %	Carbón fijo %	Cenizas %	Poder calorífico	Azufre %	Densidad
......	Lignitos.............	....	7	0.30 a 4.50	1250.000	6'250.000 (F)	8.000	42.000	46.200	3.800	3792	....	....
......	Hullas.................	....	—	....	....	....	0.260	30.610	66.960	2.150	8489	2.500	....
......	Antracitas..........	NE. a SO.	1	1.00 a 2.00	....	....	4.550	5.130	75.920	14.150	6899	....	....
......	Antracitas..........	NO. a SE.	4	0.30 a 2.22	6.400	23'680.000 (F)	6.800	8.630	73.730	10.840	7744	0.435	1.760
......	Antracitas..........	E. a O.	—	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
......	Antracitas..........	E. a O.	1	0.80	....	....	....	....	....	....	....	....	....
......	Antracitas..........	N. 25° O.	1	1.50	....	....	6.160	12.560	44.066	37.100	3334	....	....
......	Antracitas..........	N. 40º E.	1	0.60	....	....	4.866	6.800	65.600	22.733	5546	....	....
......	Antracitas..........	NO. a SE.	2	1.00 a 2.00	40.800	117'000.000 (B)	4.970	5.460	82.850	6.710	7666	1.630	1.605
......	Antracitas..........	N. 10º O.	14	0.75 a 2.00	0.270	8'000.000 (F)	....	13.750	76.500	9.525	7881	0.596	....
......	Antracitas..........	NO. a SE.	3	1.00 a 3.00	225.000	52'000.000......	8.300	5.700	74.366	11.590	7305	....	....
......	Hullas.................	NO. a SE.	4	4.00	100.000	8000'000.000 (F)	3.600	23.500	66.000	4.900	7065	....	....
......	Hulla antracitosa	NO. a SE.	6	1.50 a 6.00	720.000	3969'000.000 (F) *	....	....	....	....	....	....	....
falto	Asfaltita..............	N. a S.	1	0.50	....	....	....	37.800	57.500	4.700	7928	....	....
......	Hullas.................	NO. a SE.	—	....	....	....	0.305	35.000	53.300	8.620	7667	0.340	....
......	Hullas.................	N. a S.	3	0.60 a 1.20	31.500	9'000.000.......	....	39.000	58.800	2.200	7941	....	....
......	Hullas.................	....	—	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
......	Antracitas..........	....	—	....	....	....	....	13.500	62.940	23.760	6745	....	... .
......	Hullas.................	NE. a SO.	6	0.20 a 1.40	....	6'000.000 (F)	....	43.000	48.870	3.470	7458	....	....
......	....	....	—	....	....		....	....	....	....	....	....	....

NTOS TRASANDINOS

ica	Clase de Combustible	Dirección de las capas	Nº de capas conocidas	Potencia de las capas en metros	Superficie en km. cuadrados	Tonelaje contenido	Humedad %	Materias volátiles %	Carbón fijo %	Cenizas %	Poder calorífico	Azufre %	Densidad
......	Hulla (Asfaltita)	....	—	....	....	....	....	43·500	35.000	21.500	6350	....	....
......	Antracitas..........	NE. a SO.......	4	0.90 a 1.70	100.000	500'000.000 (F)	8.159	17,220	64.500	9.850	7640	....	1.574
......	Lignitos.............	E. a O............	4	1.30 a 4.50	0.088	2'569.600	9.800	28.165	46.390	16.326	6548	....	1,476
......	Antracitas..........	E. a O............	2	1.00 a 1.50	....	....	2.740	7.860	76.100	14.580	7446	....	....
......	Antracitas..........	NO. a SE.......	3	1.00 a 2.00	....	....	3.560	7.865	76.285	16.791	7260	....	....
......	Hulias................	E. a O............	1	1.00	....	....	8.490	19.960	62.150	9.200	7264	....	....
......	Hullas................	E. a O............	1	1.20	....	....	6,820	19.870	65.910	7.400	7592	....	....
......	Antracitas..........	NO. a SE.......	2	0.50 a 1.00	....	37'500.000 (F)	3.700	13.180	68.740	17.580	7768	....	....
......	Antracitas..........	NO. a SE.......	3	1.00 a 2.00	....		2.850	3.752	80.497	7.775	7874	0.700	....
......	Antracitas..........	NO. a SE.......	5	1.00 a 5.00	....	288'000.000 (F)	2.563	3.162	90.387	4.075	7381	....	....
......	Antracitas..........	NO. a SE.......	3	1.00 a 3.00	....	....	4.275	4.625	86.825	4.375	7475	0.700	....
......	Antracitas..........	NO. a SE.......	1	2.00	....	....	....	14.150	79.750	6.100	6950	....	1.750
......	Antracitas..........	NO. a SE.......	1	....	....	....	....	9.600	69.850	16.050	7040	....	....
......	Hullas................	E. a O............	2	1.00 a 1.70	....	....	....	21.870	72.500	9.570	8343	0.890	1.708
......	Antracitas..........	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

alto	Asfaltita	N. a S.	1	0.50				37.800	57.500	4.700	7928		
	Hullas	NO. a SE.	—				0.305	35.000	53.300	8.620	7667	0.340	
	Hullas	N. a S.	3	0.60 a 1.20	31.500	9'000.000		39.000	58.800	2.200	7941		
	Hullas		—										
	Antracitas		—					13.500	62.940	23.760	6745		
	Hullas	NE. a SO.	6	0.20 a 1.40		6'000.000 (F)		43.000	48.870	3.470	7458		
			—										

TOS TRASANDINOS

	Hulla (Asfaltita)		—					43·500	35.000	21.500	6350		
	Antracitas	NE. a SO.	4	0.90 a 1.70	100.000	500'000.000 (F)	8.159	17.220	64.500	9.850	7640		1.574
	Liguitos	E. a O.	4	1.30 a 4.50	0.088	2'569.600	9.800	28.165	46.390	16.326	6548		1.476
	Antracitas	E. a O.	2	1.00 a 1.50			2.740	7.860	76.100	14.580	7446		
	Antracitas	NO. a SE.	3	1.00 a 2.00			3.560	7.865	76.285	16.791	7260		
	Hulias	E. a O.	1	1.00			8.490	19.960	62.150	9.200	7264		
	Hullas	E. a O.	1	1.20			6.820	19.870	65.910	7.400	7592		
	Antracitas	NO. a SE.	2	0.50 a 1.00		37'500.000 (F)	3.700	13.180	68.740	17.580	7768		
	Antracitas	NO. a SE.	3	1.00 a 2.00			2.850	3.752	80.497	7.775	7874	0.700	
	Antracitas	NO. a SE.	5	1.00 a 5.00		288'000.000 (F)	2.563	3.162	90.387	4.075	7381		
	Antracitas	NO. a SE.	3	1.00 a 3.00			4.275	4.625	86.825	4.375	7475	0.700	
	Antracitas	NO. a SE.	1	2.00				14.150	79.750	6.100	6950		1.750
	Antracitas	NO. a SE.	1					9.600	69.850	16.050	7040		
	Hullas	E. a O.	2	1.00 a 1.70				21.870	72.500	9.570	8343	0.890	1.708
	Antracitas	NNO. a SSE.	5	0.80 a 1.30		30'000.000 (F)		14·053	77.748	9.100	7952		1.650
	Hullas		—					16.432	55.133	28.433	6382	2.816	
	Antracitas		—				7.500	5.500	80.200	6.800	6348		
	Antracitas		7	0.60 a 2.00	450.000	1350'000.000		6.500	73.500	20.000	6394		
			—										
	Hullas	E. a O.	4	1.00 a 12.00	10.400	50'000.000		37.050	35.435	27.315	5815	1.475	
lto	Asfaltita seca		1	1.00 a 14.00		36.500	0.870	11.870	81.230	6.030	8280	3.500	1.250
	id. bituminosa		2	0.40 a 1.50			1.367	15.476	76.400	6.600	8003	3.210	
	id. id.	NO. a SE.	2	0.60 a 2.00		15'000.000	6.658	26.911	50.971	15.416	6881	4.247	
	id. id.	NE. a SO.	2	1.00 a 2.00			5.166	46:050	43.166	1.770	6678	5.115	
	id. id.	NE. a SO.	1	2.00 a 16.00			0.350	40.450	55.230	2.310	7765	4.900	
	id. id.	NE. a SO.	3	0.60 a 10.00			0.500	46.600	50.375	2.505	7207		
	Hullas		—			300'000.000 (F)	3.270	33.275	49.670	13.333	6736	1.500	1.326
			—										
	Hullas		—					17.500	56.500	26.000	6486		
	Antracitas	NO. a SE.	—				2.140	9.840	42.470	45.550	6885		
	Hullas	E. a O.	1	0.34				24.100	70.600	5.300	8261		
	Hullas	E. a O.	1				1.550	30.200	27.300	27.000	5397		
	Hullas		—					16.800	43.200	40.000	5395		
	Hullas		—				4.100	6.400	61.666	27.800	5131		

Nota.—Con el fin de propender a la difusión de los datos encerrados en el presente cuadro, se permitió que él fuera publicado en la Memoria del Ministro de Fomento, señor don Julio Ego Aguirre, en el año 1920.

ocarril.

Tercera Parte

LOS MINERALES DEL DEPARTAMENTO DE JUNIN Y LAS HULLERAS DE GOYLLARISQUIZGA

Contribución del Ingeniero

C. L. Romero

INDICE

Lima, 11 de noviembre de 1917.

Señor Secretario:

Deseoso de poner el escaso caudal de mis conocimientos y experiencia profesionales al servicio de los intereses nacionales, he decidido presentar un estudio sobre Los Minerales de Junin y las Hulleras de Goyilarisquizga al Congreso Minero. En tal virtud, le ruego presentar a dicha asamblea los originales que acompaño.

De usted atto. y S. S.

C. L. Romero.

Al Sr. Ingeniero Dn. José J. Bravo.
Secretario General del Congreso Nacional de la Industria Minera.

Tercera Parte

LOS MINERALES DEL DEPARTAMENTO DE JUNIN Y LAS HULLERAS DE GOYLLARISQUIZGA

Contribución del Ingeniero

C. L. Romero

INDICE

Lima, 11 de noviembre de 1917.

Señor Secretario:

Deseoso de poner el escaso caudal de mis conocimientos y experiencia profesionales al servicio de los intereses nacionales, he decidido presentar un estudio sobre Los Minerales de Junin y las Huileras de Goyilarisquizga al Congreso Minero. En tal virtud, le ruego presentar a dicha asamblea los originales que acompaño.

De usted atto. y S. S.

C. L. Romero.

Al Sr. Ingeniero Dn. José J. Bravo.
Secretario General del Congreso Nacional de la Industria Minera.



Los minerales del departamento de Junín y las Hulleras de "Goyllarisquizga"

I

Entre los diversos departamentos en que se encuentra dividido el territorio nacional, el de Junín es, seguramente, uno de los dotados con más exhuberancia por la naturaleza en lo que respecta á la variedad y riqueza de sus productos minerales. Una rápida ojeada sobre el mapa de esta importante circunscripción, será suficiente para darnos cuenta de que son pocos los nombres inscritos en él, que no lleven consigo el signo representativo de la existencia de alguna sustancia mineral en condiciones de explotación industrial. Por otro lado, la estadística que anualmente forma el Cuerpo de Ingenieros de Minas, pone de manifiesto el papel preponderante que corresponde á Junín en la producción minera del país, y si bien es de argüirse que ese predominio ha sido fomentado por condiciones de vialidad—aunque aún embrionarias,—quizas un tanto superiores á las de otros departamentos, no menos cierto es que las empresas de transporte encontraron aquí, para establecerse, mayores estímulos que en otras partes, debido principalmente á la profusión de riquezas acumuladas en sus centros mineros: Junín posee, en efecto, importantes yacimientos de oro, plata, cobre, plomo, zinc, fierro, antimonio, vanadio, molibdeno, bismuto, asfalto, carbón, turba, cloruro de sodio y otros más; y quien se ocupe de revisar la ya citada estadística, constatará que casi todas las sustancias enumeradas son objeto de una explotación más ó menos intensiva, por más que sea dable asegurar que no son raros los yacimientos que no sólo no han alcanzado el desarrollo reclamado por su importancia, sino que, aun más, permanecen ignorados ó por lo menos abandona-

dos, debido á su alejamiento de las vías principales de comunicación.

En el Perú, en donde hemos padecido siempre de una lamentable orfandad en todo lo que se refiere á datos bibliográficos de carácter científico ó industrial capaces de alentar la explotación de nuestras variadas riquezas naturales, se ha iniciado en los últimos tiempos una reacción sobre el particular, acerca del ramo de la minería, merced al estudio verificado por el Cuerpo de Ingenieros de Minas, de los recursos minerales del país, empresa cuyas conclusiones se encuentran condensadas en los numerosos boletines que esa Institución ha dado á la publicidad y que han contribuído eficazmente á divulgar por el mundo entero el concepto de que nuestro suelo es enormemente rico en los productos del reino mineral, y que la minería es, por consiguiente, una de las industrias que con mejores logros puede impulsar al país por el camino de su rápido engrandecimiento. Naturalmente que los estudios en referencia, que hasta hoy han sido verificados, no constituyen sino una mera iniciación en un asunto que no puede ser resuelto sino pacientemente y a través de prolongados años de labor; con todo, comenzamos ya á poseer algo de lo que con más urgencia necesitábamos, y es así como los datos referentes á nuestros centros mineros de más renombre, pueden encontrarse en alguna de las monografías cuyo objeto ha sido el estudio de ellos. El departamento de Junín ha merecido lugar preferente entre los más investigados bajo el punto de vista de sus riquezas minerales, y esto ha tenido lugar no solo por los comisionados oficiales que últimamente han verificado tal labor, sino, en general, por todas las personas que entre nosotros se han dedicado ó han prestado alguna atención á esta rama de la actividad humana. Sus centros mineros más importantes se encuentran, pues, apreciados y descritos con más ó menos extensión y exactitud, en los numerosos estudios aludidos, de cuyo resumen se ha publicado una guía bibliográfica que puede tomarse por completa. Reparemos, sin embargo, que poca ó ninguna atención se ha dededicado al capítulo de los recursos combustibles del Departamento, y esta omisión es la que nosotros nos proponemos comenzar á subsanar, suministrando con la presente información los caracteres peculiares á las hulleras de "Goyllarisquizga", aun cuando nuestro objeto principal sea el de presentar el cuadro ofrecido por la única explotación carbonífera, en gran escala, que existe en el Perú, con el propósito de que él pueda estimular la implantación de industrias análogas.

No obstante de lo que acabamos de exponer, nos vamos á permitir, previamente, hacer una simple mención de los nombres de los lugares que en el departamento de Junín son notables por su contenido en minerales de diversa naturaleza, aludiendo cuando más ligeramente, á algunos de los caracteres, antecedentes históricos ú otras circunstancias de los yacimientos revisados; todo esto sin pretensiones de originalidad que mal podríamos tener, despues de hecha la advertencia de líneas anteriores. Y si procedemos así, es por tener el concepto de que esbozando un cuadro de conjunto, se pone más de relieve el papel que la utilización de los yacimientos de sustancias combustibles del departamento, está llamado á desempeñar en su desenvolvimiento económico. Para el mejor orden en nuestra revista, la haremos según sea el valor de los metales de más frecuente ocurrencia, terminándola con datos referentes á combustibles minerales, especialmente los de Goyllarisquizga.

Oro.—El oro, aunque no muy distribuído en yacimientos que merezcan ser considerados propiamente como de este metal, se encuentra en cambio incluído como elemento que podemos llamar accesorio, en casi todos los minerales de composición compleja, cualquiera que sea su procedencia, y es así como corresponde á Junín un lugar preferente entre las diversas reparticiones productoras del precioso metal. Conviene, sin embargo, manifestar que no por lo dicho anteriormente, dejan de encontrarse yacimientos, de los que el de "Chuquitambo", cerca del Cerro de Pasco, es sólo un ejemplo, en que el oro sea el objeto único de la explotación. Recordaremos, al efecto, que dividido el territorio nacional en tres zonas bajo el punto de vista de su riqueza aurífera, Junín está situado en la que fué calificada de "bastante rica", y que las provincias del Cerro de Pasco, Tarma, Jauja y Huancayo, comprenden vastas extensiones de terrenos llamados "montañosos", en los que abundan ya sean los filones cuarzosos conteniendo oro, que atraviesan las pizarras talcosas y arcillosas, ó los depósitos detríticos situados en los flancos de los cerros ó en el fondo de los valles. Manifestaciones de una riqueza tal, pueden, por ejemplo, observarse, para citar un solo caso que ilustre la aserción, á pocas leguas de la ciudad de Tarma en un recodo del camino á Chanchamayo, en el paraje llamado "Carpapata", en donde la existencia del oro es tradicional, habiendo sido objeto de no pocas investigaciones.

En la sección del departamento correspondiente á la región andina en sus partes más elevadas, son de poca ocurrencia los

yacimientos propiamente dichos de oro, lo que en algo se relaciona con la edad y constitución geológica de la cordillera en esta sección. El caso no es por eso, enteramente raro, y así podemos referirnos á lo que cabría calificar de curiosidad geológica, ó sea al pedazo de terreno arcaico constituído por micacitas, que aflora entre el macizo andesítico de "Carahuacra" (Yauli) y los terrenos albianos que pasan por "Llacsacocha" y constituyen después el flanco Sur de la quebrada del primer nombre. Se observa que las micacitas están atravesadas por un sistema de filones paralelos, rellenados de cuarzo, probablemente aurífero. Dichos filones han sido puestos de manifiesto por los cortes del camino carretero que conduce de "Rumi Cruz" á "Callapampa".

Durante el año 1915, el Perú produjo 1.690,561 kilos de oro de los que 847,182 ó sea algo más del 50 % del total, fueron procedentes del departamento de Junín.

Plata.—De todos los metales ó elementos que posee el departamento de Junín, ninguno alcanza la distribución que puede señalarse para la plata, ya sea que ella intervenga como producto cesorio de los minerales ó formando yacimientos en que abunden especies mineralógicas características del metal blanco.

Debemos, aquí, intercalar una advertencia referente á la dificultad de clasificación de las diversas regiones mineras, según sea el contetido más acentuado de sus metales, pues es bien conocida en la mayoría de los casos de yacimientos peruanos, la heterogeneidad de sus elementos constituyentes, pudiendo notarse predominio de los unos respecto de los otros, según se consideren dos puntos relativamente alejados de una región ó dos secciones horizontales de conjunto, de la misma, con diferencia de nivel de cierta consideración. Nadie, por ejemplo, negará el derecho de considerar al Cerro de Pasco entre los distritos más ricos en plata, lo que está suficientemente acreditado por la tradición que le atribuye, solamente en el período colonial, un rendimiento de ochocientos millones de onzas de aquel metal.

La potencia productora del departamento todo en los tiempos pretéritos, está bien puesta de manifiesto por la profusión con que se encuentran diseminados en su territorio, los vestigios de antiguas plantas de beneficio, por los sistemas de fundición y amalgamación. Los residuos de tales operaciones nos dicen, por su cantidad, de las que de plata han debido ser obtenidas.

La plata se encuentra invariablemente incluída en todos los minerales de cobre, plomo ó zinc, de diversa procedencia; y su proporción como elemento accesorio de ellos, es siempre suficien-

temente elevada como para incrementar apreciablemente su valor comercial. El caso de yacimientos platoses propiamente dichos, no es, sin embargo, poco frecuente y para comprobarlo nos será suficiente con citar los nombres de "Andaychagua", "Carahuacra" y "Pomatarea", en la provincia de Yauli, á los que podrían agregarse los de "Alpamina" en la misma provincia y "Colquijirca" y "Vinchos" en el Cerro de Pasco.

La producción total de plata, en el país, durante el año 1915, fué de 294.425 kilos de los que Junín suministró 148.325 ó sea un poco más del 50 %.

Cobre.—Corresponde por todos conceptos, al cobre, el rol más importante en el desenvolvimiento industrial del departamento, pues á estímulos de sus múltiples yacimientos en este metal, es que se han organizado las poderosas empresas con el objeto de explotarlo, y con cuya suerte se encuentran vinculados apreciables renglones de la economía nacional. La reacción que á partir del año 1898, se observa en el campo de nuestra industra minera, y que fué precursora del establecimiento entre nosotros de la Compañía de más aliento radicada en el país—la Cerro de Pasco Mining Cº.—fué debida principalmente al aliciente que los capitales encontraron para invertirse en la explotación de regiones cupríferas, como son las del Cerro de Pasco y Morococha, no obstante de que hasta hace poco, el objetivo de esas explotaciones había sido principalmente la plata.

Nos hemos visto precisados al ocuparnos del cobre, á repetir el nombre del Cerro de Pasco, considerado ya en el capítulo de la plata, procedimiento que, desde luego, no ha de merecer objeción, siendo como es, perfectamente conocida su importancia como depósito de tal naturaleza. Una apreciación hecha algunos años atrás y basada en consideraciones genéticas, le atribuía una existencia probable de 400,000 toneladas de cobre metálico. Creemos, no obstante la autoridad del calculador, que esa cifra está en camino de ser superada, pues en la apreciación en referencia basada en estudios puramente estratigráficos, se aludió como solo era dable hacerlo. al yacimiento cuproso, en lo que él tiene de "metasomático", quedando excluídos los filones, que no son de rara ocurrencia y que por su misma naturaleza no podían tener cabida en el ingenioso cálculo aludido. Pero, además, el Cerro de Pasco presenta aún la incógnita referente á los caracteres del depósito á gran profundidad; sus explotadores tuvieron siempre á la mano todo el mineral requerido para sus operaciones, sin invadir terrenos profundos, donde el trabajo es necesariamen-

te más costoso, y de allí que este punto de importancia trascendental, se encuentre aún por dilucidar.

No menos importante que el Cerro de Pasco, es la región cuprífera de Morococha, pudiendo más bien juzgarse que existe cierta superioridad de ésta respecto de la primera, lo que principalmente depende de la extensión de la zona mineralizada que en Morococha pasa de cien kilómetros cuadrados, cuando la del Cerro es muchas veces menor. En compensación, el mineral yace de toda preferencia, en Morococha, en la forma filoniana, pero cuando sus filones son "de contacto", presentan por regla general depósitos irregulares y de dimensiones considerables. Aun en los encajados en la roca eruptiva misma, es frecuente observar columnas de riqueza constituídas por las especies minerales de alto porcentaje de cobre que son típicas de los yacimientos andinos; á ellas deben su importancia las numerosas pertenencias que hoy se trabajan y que suministran un tonelaje de productos ya bien crecido y que tiende á ser cada vez mayor.

Morococha sólo se encuentra reconocido en profundidad en una zona relativamente pequeña, pero las indicaciones suministradas por los más avanzados socavones de investigación, permite cifrar grandes expectativas en el futuro de su explotación. Es muy posible, por lo demás, que en este centro eruptivo se realice la observación hecha en yacimientos sud-americanos por un eminente profesor de Geología, quien alude á la acumulación de los filones metalíferos en la región limítrofe entre las rocas eruptivas y las sedimentarias, ó en la parte periférica de las primeras cuando ellas afloran; pero aun considerando esta circunstancia y tomando sólo como profundidad del depósito, la de los niveles más bajos en actual trabajo, se puede estar seguro de que en el campo, industrialmente considerado, ofrece dimensiones de consideración, tanto en el sentido de extensión horizontal que es perfectamente determinable, cuanto en el de su profundidad, hasta hoy constatada.

Si queremos acreditar la riqueza de algunos filones cuprosos de la región de Morococha, nos será suficiente con citar los nombres de las pertenencias "San Miguel", "Huillca", "San Francisco", "Natividad", "Alejandría", "Alapampa", "Gertrudis", "Victoria" etc. etc.

Nos queda aún por mentar el nombre de "Huancavelica", como el de una región minera bastante rica en productos cuprosos y que ubica á unos cuantos kilómetros al Nor-Oeste del pueblo de

Huayllay, capital del distrito del mismo nombre, de la provincia de Pasco.

Hasta hace unos pocos años, la explotación de las minas de este centro estuvo en manos de las sociedades llamadas "Venus" y "Concordia", las que llevaron siempre una vida anémica y llena de dificultades, contentándose con verificar en la oficina de "Santo Domingo" por los métodos más rudimentarios, una concentración por fusión de las menas procedentes de la Sociedad citada en segundo lugar. Considerándose la mezquindad de los resultados obtenidos que no correspondían en manera alguna á la importancia de las minas, se pensó acertadamente en establecer en el mismo "Huancavelica", una oficina de fundición para matas, dotada de todos los elementos de la metalurgia moderna. Pero entonces sucedió lo que, por desgracia, es muy frecuente ocurrencia en empresas que no saben compulsar sus verdaderas conveniencias y que origina el fracaso de muchas iniciativas: se improvisaron los técnicos y se desoyó el consejo de los que realmente lo eran, y esto, como es natural, trajo consigo el desquiciamiento de la naciente negociación. Por fortuna, antes de que se produjera la crisis, respetables capitales de origen francés, se interesaron por la propiedad y es así como sobre la base de ambas compañías se estableció la "Societé des Mines du Huarón", que está llamada á tener un brillante porvenir. Así lo manifestaron los reconocimientos verificados, los que no sólo han permitido la acumulación de cantidades de mineral crecidas, sino que han suministrado datos importantes acerca de la extensión de los depósitos.

La región de "Huancavelica", conocida hoy más generalmente con el nombre de Huarón", es dentro de sus actuales linderos, de una importancia relativamente menor á las de Cerro de Pasco y Morococha. Abarca en la parte bien investigada una extensión de unos 20 kilómetros cuadrados, área que se encuentra profusamente atravesada por un sistema de filones paralelos, característicos por las leyes elevadas de sus minerales, lo que permitió en tiempos anteriores la exportación de aquellos que alcanzaban un contenido del 25 % ó más de cobre. Sin embargo, y en lo que se refiere á la extensión de la zona en el sentido horizontal, es de advertirse que interrumpida esta, hacia el Sur-Oeste, por el lago de "Huarón", en lo que los sentidos son capaces de apreciar, puede sí conjeturarse fácilmente que ella esté en conexión con los centros eruptivos que se observan en los flancos orientales de la cordillera occidental, y que están ya en la jurisdicción de la provincia de Yauli, dentro de los límites de la ha-

cienda "San Jerónimo de Huáscar". Si tal no ocurriera, habría por lo menos que citar estas zonas eruptivas, como coetáneas de las de "Huancavelica", aun cuando las enormes extensiones de rocas andesíticas que allí se observan no hayan aparecido en una sola irrupción, sino que más bien sean el resultado de todo un proceso eruptivo, en el que pueden haber tenido su origen la multitud de variedades de rocas emparentadas pertenecientes al tipo referido. Bien conocida, es por lo demás la relación, entre la existencia de yacimientos minerales y las de la masas á que venimos refiriendonos, y asi nos consíderamos con derecho para suponer que la extensión de la zona mineral de "Huancavelica", hacia su lado occidental está llamada á proporcionar algunas sorpresas que acaso la lleven á figurar en primer término, entre los más ricos y extensos distritos minerales del departamento todo. El cateo de los numerosos filones que allí afloran ha sido, sin embargo, obstaculizado, en todo tiempo, por la inclemencia y alejamiento de esos lugares y por la incomprensible hostilidad que los dueños de las "haciendas" ejercen sistemáticamente contra el elemento más meritorio y más apreciable del progreso minero: el cateador.

Pero independientemente de los centros mineros á que acabamos de referirnos, y en donde á expensas de poderosas irrupciones andesíticas se han formado concentraciones minerales distribuídas en masas irregulares, ó en filones propiamente dichos, pueden citarse innumerables casos de yacimientos cuprosos distribuídos esporádicamente por todo el departamento, formando en unos casos agrupaciones filonianas de menor importancia ú ofreciendo el caso de masas aisladas, aun cuando en unos y otros la conexión de tales yacimientos con las rocas eruptivas, es siempre fácil de constatarse ó colegirse.

Comenzando por el Sur, debemos referirnos primeramente a los minerales de cobre que se encuetran en la vecindad del pueblo de "Sapallanca", de la provincia de Huancayo, en donde se sospecha la existencia de un depósito de ley tal vez reducida, pero que, en compensación se cree que pueda ser de una potencia considerable, lo que se trata de poner de manifiesto con los trabajos de reconocimiento que actualmente se verifican. Más al Norte de la misma provincia, en terrenos de la hacienda "Acopalca", se señala la presencia, en terrenos volcánicos, de un grupo de filones entre los que se destacan algunos por la riqueza de sus minerales. La zona mineralizada se propaga en el sentido horizontal, hasta pasar los límites de la provincia de Huancayo, penetrando en la

de Tayacaja. Finalmente, el nombre de "Domas", suena insistentemente, como el de un distrito conteniendo minerales de cobre ricos y abundantes, tales como los pertenecientes á la cuadratura "La Convención".

Pasando ahora á la provincia de Tarma, nos encontramos en primer lugar con el grupo de filones cuprosos de la hacienda "Apaicancha", entre los que es notable el llamado "Milagro del Rosario" al que se le señala una potencia hasta de 20 m. con una corrida de muchos kilómetros, estando en parte, en la provincia de Jauja. En seguida, tropezamos, en la hacienda "Cachi-Cachi" con el afamado depósito de cobre y cuyos minerales son de ley excepcionalmente elevada. Por último, en los alrededores mismos de la ciudad de Tarma se cita el mineral de "Collpas", al que últimamente se ha comenzado á dedicar alguna atención y donde se cree en la existencia de un enorme depósito cuprífero aunque de ley no muy apreciable, pero suficiente para ser explotado en gran escala.

La provincia de Yauli no es tampoco escasa en yacimientos de cobre de la categoría de los que nos ocupan. Entre ellos pueden citarse, por ejemplo, el de "Huaypacha", ubicado á pocos kilómetros de La Oroya, siguiendo aguas arriba el curso del río Mantaro. Si de allí pasamos á la hacienda "Cochas", nos encontramos con que el cobre está bastante distribuído en toda su extensión en yacimientos como los cateados por la extinguida Sociedad "San Lucas" ó por los correspondientes á las concesiones "Solitario Azul", "Tubalcaín" etc.

En el distrito de Marcapomacocha existen regiones de no menor importancia, como la de "Escaparate" (Sángrar), de donde en la actualidad se extrae un regular tonelaje de mineral de cobre ó la de "Carhuacocha" (Punabamba), que ha sido menos reconocida, pero que no debe tener menos interés que la anterior.

Más al Norte en terreno de la hacienda "Huáscar" se encuentra el afamado depósito de "Chungar", notable por la variedad de los metales que contiene, entre los que figura el cobre en la proporción de un 10 %. Mencionamos á "Chungar" entre las localidades del departamento de Junín, porque las concesiones mineras allí otorgadas hace algunos años lo fueron por los funcionarios de la provincia de Yauli y el empadronamiento se hizo en el pliego correspondiente á la misma; pero en nuestro concepto la región citada pertenece realmente, al departamento de Lima,

pues las aguas que por allí discurren forman uno de los componentes principales del río Pasamayo.

El departamento de Junín contribuyó, durante el año de 1915 con el 80 % del total de la producción peruana de cobre, pues de las 34.727 toneladas producidas por todo el país, corresponden 27.896 á Junín.

Plomo.—En el capítulo referente al plomo pueden verificarse citas no menos importantes que las hechas al tratarse del cobre, ya sea que nos ocupemos de la agrupación ó concentración de los yacimientos en lo que hemos denominado centros mineros, ó que simplemente nos refiramos á aquellos que se ofrecen como ejemplares aislados, en cuyo caso las citas pueden multiplicarse enormemente. Al tratarse de los primeros, y conocidos cómo nos son ya los principales centros eruptivos que hemos considerado como el asiento de minerales cuprosos, que también pueden serlo de otra naturaleza, será suficiente para señalar la distribución del plomo con manifestar que en la vecindad de las zonas de contacto correspondientes á esas erupciones, será generalmente posible encontrar filones plomosos, los que sólo se extenderán á pocos kilómetros del contacto mismo. Nos limitamos á señalar el hecho, sin pretender explicarlo, contentándonos con manifestar que la razón de él ha creído ser encontrada por geólogos de reputación reconocida en fenómenos asimilables á los que se producen en el caso de una diferenciación magmática, siendo dable afirmar que debajo de la costra sedimentaria que abriga al plomo, se encontrará siempre la masa eruptiva y con ella los minerales de cobre ú otros que les están generalmente asociados.

Si tomamos por ejemplo el caso de Morococha y revisamos los bordes del centro eruptivo, nos encontramos con los mentados depósitos plomosos de "Shanshumarca", "Uspajasha", "Yantac", "Vicharrayoc", "Sacracancha", "Arapa", "Mucheapata" y los no menos explorados del cerro "Gigante" cerca de "Galera". En la vecindad de las regiones de "Carahuacra" y "Andaychagua", la primera netamente eruptiva é intensamente metamórfica la segunda, se puede citar también numerosos filones plomosos, de los que los correspondientes á la región de "Ancopampa" son suficientes para darnos un ejemplo. Igualmente, al recorrer los límites de la región de "Huancavelica" ó "Huarón" tropezamos con no pocos filones de plomo, algunos de los que fueron débilmente reconocidos por la Sociedad "Venus" y que no han merecido mayores atenciones de los actuales empresarios porque el objetivo principal de estos es el trabajo del cobre.

Existen, sin embargo, independientemente de la vinculación á que acabamos de referirnos, agrupaciones filonianas en las que no obstante de alternar minerales de diversa composición, puede constatarse el predominio del plomo, por más que exista la tendencia natural á denominar á la región teniendo en cuenta el metal de más valor comercial, sea este el cobre o la plata. A esta última categoría pertenecen las localidades que mencionamos á continuación.

Citaremos en primer lugar los nombres de "Atacocha" y "Vinchos" en donde comienza á desarrollarse una intensa actividad minera que hace esperar para un futuro no muy lejano, una era de prosperidad que la importancia de ambas regiones reclamaba desde hace tiempo. En la provincia de Yauli, distrito de Marcapomacocha, podemos referirnos al centro plomoso de "San Pedro", situado á poca distancia del pueblecito de Carhuacayán, en donde algunos años atrás se trabajó intensamente como lo demuestran las escorias acumuladas, y que hoy han sido ya objeto de aprovechamiento, en la oficina de fundición que existia en la confluencia de los ríos "Talcamayo" y "Huáscar".

Un poco más al Norte, en el mismo distrito, se encuentra el cerro de "Alpamarca", atravesado por numerosos filones de plomo y plata entre los que se destaca un filón-capa bastante reconocido y de una importancia manifiesta.

Finalmente, á poca distancia del lugar anterior, ubica la mina conocida con el nombre de "San José de Riopallanga" que comprende entre otros, un hermoso filon que atraviesa primero terrenos porfídicos para ser después de "contacto" y que encierra minerales que contienen oro, plata, cobre y plomo. A partir de una época bastante remota y hasta días poco alejados de los nuestros, "San José", constituyó siempre el exponente más elevado de la minería de este distrito al que dió justo renombre haciéndolo figurar al lado de aquellos que como Morococha, eran el asiento de las empresas por entonces mejor organizadas. Basta, para apreciar el esfuerzo de los entusiastas mineros de entonces, con manifestar que en "Riopallanga" existen los restos de una oficina de amalgamación por "pans", la que con sus calderos, motores y demás maquinaria, fué traída á través de largas distancias, á lomo de mula ó por el medio de trasporte adecuado, cuando el excesivo peso de las piezas excluía el primer método. "San José", fué también oficina de fundición y existe la tradición confirmada por el aspecto de los trabajos antiguos, como por las escorias abando-

nadas, de fuertes remesas de "calaveras" de plata que seguían á Lima por la antigua vía de Obrajillo.

Los hombres que han sucedido á aquella generación no han sabido continuar la obra por todos conceptos meritoria de sus predecesores y es así como este importante centro minero se encuentra hoy abandonado, no obstante de que las reservas existentes son aún considerables.

El plomo producido por el Perú durante el año 1915, lo ha sido casi en su totalidad por el departamento de Junín, pues de las 2.696 toneladas que aparecen en la estadística para ese año, corresponden 2.257 para la citada circunscripción.

Zinc.—Los minerales de zinc no han merecido en ninguna época la atención de nuestros mineros, lo que seguramente depende de causas comerciales, pero en manera alguna de la ausencia o escasez de yacimientos que en un momento dado pudieran ser explotados con ventaja. La provincia de Yauli, es, por lo pronto, una de la que más riqueza ofrece en productos de esta naturaleza, y sus más importantes depósitos se encuentran locados en las regiones de "Andaychagua", "Chumpe", y "Carahuacra", de las que la última posee, como es bien sabido, un poderoso filón de contacto cuya potencia se hace llegar hasta 30 m. conteniendo blendas de ley elevada. "Andaychagua" y "Chumbe", se encuentran también profusamente atravesadas por filones principalmente blendosos, aunque la asociación de las más nobles especies argentiferas, sin excluir la plata nativa, es de muy frecuente ocurrencia. En Morococha mismo, se puede señalar algunos filones como los del cerro "Volcán" y "Yanacocha", que son de composición enteramente blendosa. Las citas aisladas correspondientes á casos de menor importancia, pero de gran distribución territorial, podrían ser muy numerosas. Las ya referidas son las principales.

El único ensayo de explotación de minerales de zinc se hizo en la provincia de Yauli el año 1915, habiéndose exportado 19 toneladas de blenda. Creemos que esta industria podrá progresar en el país con la aclimatación entre nosotros, que ojalá no se haga esperar mucho, de los procedimientos de concentración por flotación.

METALES DE EXPLOTACIÓN MENOS FRECUENTE.—MOLIBDENO, BISMUTO, VANADIO

Pasando ahora á los metales de explotación menos frecuente, cabe afirmar que el departamento de Junín encierra valiosos yacimientos de distinta naturaleza, de los que no están excluídos los metales que en concepto universal han merecido el calificativo de "raros", pero que en realidad no lo son cuando se trata de la privilegiada zona territorial de que nos hemos venido ocupando. Así, por ejemplo, si se menciona el molibdeno, brotan inmediatamente los nombres de "Ricrán" y "Callán", lugares que han llegado a ser afamados por los yacimientos de sulfuro de molibdeno que contienen y cuya importancia es tal que por sí solos son suficientes para acreditar el valor minero de la provincia de Jauja. El molibdeno de estos lugares es conocido desde algunos años atrás habiendo existido mineros entusiastas que se preocuparon de su explotación con resultados por entonces incompletos debido á las dificultades que antes existían para separar el mineral de su ganga. Por fortuna todos sabemos que esos inconvenientes han pasado á la historia, merced á las ventajas ofrecidas por los novísimos procedimientos de concentración por flotación que están llamados á revolucionar la industria minera, muy especialmente la de aquella localidades que como casi todas las del Peru, presentan dificultades para los trasportes. Bien sabido es que la molibdenita es especialmente adaptable a tal sistema de concentración, lo que ha inducido á los propietarios de esos yacimientos á introducirlo para sus menas, con resultados que previamente es posible asegurarlo constituirán todo un éxito y que colocarán el nombre de nuestro país en lugar preferente entre los productores del metal raro, que es de un valor inestimable en la industria siderúrgica.

El molibdeno no solo se encuentra en las localidades antes mencionadas. La región eruptiva de que nos ocupamos al hablar de "Huancavelica" y que dijimos queda al Sur-Oeste de ella, contiene también algunos filones en que abunda la molibdenita; tales filones quedan por los cerros cuyos nombres son "Altarnio" y "Mio", ó si no, en sus alrededores. No es posible asegurar si estos últimos yacimientos pueden tener la importancia ya descubierta de los de "Ricrán", pues los cateos verificados por los mineros, en el concepto de que se pudiera tratar de minerales de plata ó "pavonados", fueron siempre interrumpidos al saberse que

la especie mineralógica en referencia, no contenía nada de lo que ellos pudieran conceptuar de utilidad. Con todo, es de presumirse que el día que esos parajes estén más en contacto con las corrientes de progreso, han de merecer preferente atención sus yacimientos de molibdeno.

Y si del molibdeno pasamos al bismuto, nos es dable afirmar que corresponde á Junín el único yacimiento de este producto que se explota en el Perú, el cual se extrae de unas minas conocidas con el nombre de "San Gregorio", á poca distancia de la oficina metalúrgica de "Huaraucaca".

Réstanos por último ocuparnos del vanadio, que es un metal que se encuentra profusamente distribuido en el departamento de Junín, según el eje de la cordillera occidental de los Andes, desde el grado 12 de latitud Sur, en que comienza el departamento, hasta cerca del grado 10 en que termina por el Norte, y en donde el elemento aludido se encuentra concentrado en el famoso yacimiento de "Minas-Ragra", que es por su naturaleza un caso singularísimo, entre los de su clase, ya sea por las combinaciones mineralógicas que allí se encuentran y que correspondió á ingenieros peruanos descubrir y determinar, ya por la riqueza excepcional de esas especies, y que, como antes hemos dicho, hacen de "Minas-Ragra" un depósito único en el mundo entero.

La presencia de sulfuros de vanadio en este renombrado depósito está, sin embargo, íntimamente relacionada con la de las asfaltitas que corren interestratificadas, esto es, formando filones-capas, entre los sedimentos calcáreos de la cordillera occidental; á dicha irrupción asfaltosa es á la que corresponde la extensión de dos grados geográficos á que acabamos de referirnos, y como tales productos tienen la característica de contener el vanadio como elemento esencial é invariable, ello explica nuestra afirmación acerca de la existencia de cantidades considerables de aquel elemento aunque diseminas en masas de asfalto mucho más considerables aún. En "Minas–Ragra", la concentración del metal en un sulfuro se ha verificado bajo la acción que en el asfalto vanadífero produjo la intrusión de rocas eruptivas, que se manifiestan en forma de dykes de que está cubierta la región. Cabe, sin embargo, afirmar que por muy grande que se suponga el tonelaje de mineral vanadífero de "Minas-Ragra" (que indudablemente debe serlo á juzgar por apreciaciones técnicas confirmadas por el incremento cada vez mayor que toma su explotación), que esa cantidad resultaría ínfima si se la pudiera comparar con la del vanadio no concentrado, esto es, con aquel que se

encuentra diseminado en el poderoso yacimiento de asfalto cuya longitud aproximada hemos señalado.

Combinaciones del mismo metal como la correspondiente á la especie llamada "roscoelita", se encuentran en las provincias de Jauja y Huancayo entre los estratos bituminosos que se ven correr con rumbo Nor-Oeste a Sur-Este, en las alturas del distrito de "Ahuac" y cuyos afloramientos es posible seguir hasta las vecindades del pueblo de Sincos, en donde existieron las concesiones que se dieron por carbón, "Animas" y "Porvenir". Tales combinaciones vanadíferas carecen, sin embargo, de importancia industrial, no sólo por su relativamente reducido porcentaje en ácido vanádico, sino principalmente por las dificultades del tratamiento metalúrgico. La desventaja resulta mucho más evidente si se les compara con los minerales oxidados ó sulfurados de "Minas-Ragra"; pero es menor cuando se trata de los asfaltos mismos, pues el procedimiento de obtención de una ceniza ó producto rico en ácido vanádico, queda reducido á dejar combustionar el asfalto, hasta obtener un residuo más ó menos puro y en el que, por lo general, se habrá verificado una concentración de 1 á 15 del cuerpo en referencia. Dichas cenizas podrán pues tener, en promedio, una ley de 20 % en V^2O^5.

Ya en alguna oportunidad nos hemos ocupado de describir el yacimiento de que venimos tratando. Hoy de conformidad con la índole de esta revista, nos conformaremos con citar algunos nombres que vienen á ser como los jalones que marcan las distintas secciones en que la formación se encuentra fraccionada por la invasión de centros eruptivos en que abunda la cordillera, y de los que Morococha nos da un ejemplo bastante á la mano.

Aun cuando las primeras muestras vanadíferas pueden observarse en el paraje "Cachi" en los confines de la provincia de Huancayo, cerca de la de Yauyos, tal como también ocurre en los lugares "Ahuac" y "Sincos" anteriormente citados, el carácter geológico manifiesta que no existe unidad entre estos yacimientos y los que comienzan á observarse al Sur de la provincia de Yauli, cerca del pueblecito de Suitucancha, que es donde realmente existe el origen, al menos constatado por nosotros, del horizonte asfaltoso. De aquí se le puede seguir sin interrupción por los cerros de "Llacsacocha", "Pancar", "Rumichaca" y región de "Uspajasha", hasta tropezar con el macizo andesítico de Morococha que lo intercepta, para continuar después en la región sedimentaria de un poco más al Norte en la hacienda "Punabamba" en donde nuevas irrupciones eruptivas lo vueven á interrum-

pir. Reaparece, después, en las cercanías del pueblo de Marcapomacocha, en la cordillera llamada "de la Viuda", en donde los afloramientos son continuos hasta cerca de los nevados de "Puajanca". Más al Norte se observan nuevos tramos como los de los cerros "Huarojchalán", en la hacienda "Huascar" y los de la cordillera "Jaru" que separa el distrito de "Huayilay" (Junín), del de Checras (Lima), llegándose finalmente á la estancia "Pucará" que es la última sección observada por nosotros, inmediatamente antes de llegar á "Minas-Ragra".

La produción del Perú, en el año 1915, de minerales de vanadio de una ley de un 45 % en ácido, fué de 3145 toneladas, todas ellas procedentes del departamento de Junín. Esta cifra será grandemente incrementada el día que se encuentre expedita la línea férrea en construcción, de Minas-Ragra á un punto de la vía entre Oroya y Cerro de Pasco.

II

COMBUSTIBLES MINERALES

Pero es indudable que el aprovechamiento de la riqueza mineral del departamento de Junín, cuyo cuadro sinóptico acabamos de presentar, hubiera tropezado, en lo que respecta á su aprovechamiento, con serias dificultades, que son las mismas que se ofrecen actualmente en otras secciones del territorio nacional, si aquel no ofreciera conjuntamente con sus variados recursos minerales, el más preciado de los productos del sub-suelo cual es el carbón. El descubrimiento y desarrollo de sus yacimientos, iniciado por nuestros antepasados, habría sido un vano empeño si en su meritorio afán minero no hubieran contado con el auxilio del combustible, el más valioso factor de desarrollo de la industria minera, como lo es del de las de otra naturaleza, especialmente en aquellas localidades que como las del Perú solo ofrecen vías imperfectas de comunicación ó no las ofrecen absolutamente.

El carbon ha ejercido, pues, una influencia trascendental en el período que podemos llamar inicial del desenvolvimiento de Junín, y es que dondequiera que se dirija la mirada, entre los numerosos lugares que hemos pasado en revista, será casi siempre posible, citar la existencia de algún combustible mineral que venga á complementar, por decirlo así, las riquezas de otro orden.

Junín ofrece, en efecto, una variedad considerable y muy distribuída de substancias combustibles minerales, entre las que están comprendidos todos los términos de la escala mineralógica de los anthracolitos que comienzan en la turba de actual formación hasta el grafito de descomposición más avanzada.

Asfalto.—Entre ellos debemos considerar, a pesar de la diferencia de origen y naturaleza, á los asfaltos, de que anteriormente nos hemos ocupado con alguna extensión. Ahora sólo nos resta agregar que ellos son excelentes combustibles, existiendo casos en que poseen cualidades aun superiores á las de un carbón de origen vegetal; tal superioridad está principalmente determinada por la pureza del producto que habiendo sido extraño en su génesis á los procesos de acarreo y sedimentación que han intervenido en la formación del segundo, presenta una composicion característica por su tenor muy reducido de cenizas, en cuya composición como se sabe, interviene fuertemente el ácido vanádico.

Las demás propiedades de las asfaltitas consideradas como combustibles, son comunes con las de los carbones propiamente llamados "de piedra", entre las que figura, desde luego, la de formar coke en la destilación, aunque el producto resultante deje, como es natural, algo que desear en lo que se refiere á su compactibilidad. De todos modos, corresponde á los asfaltos, especialmente a los de la jurisdicción del distrito de Chacapalpa, (Yauli), un papel importante en el adelanto minero de la provincia de Yauli, la que por mucho tiempo los usó, como continúa haciéndolo ahora, para alimentar los hogares de sus hornos de calcinación y de los calderos de Morococha.

Se comprende que siendo tan extensa la formación asfaltosa como se ha visto en líneas anteriores, y encontrándose ella tan interrumpida por la intrusión de rocas eruptivas, puedan constatarse entre los productos ofrecidos, todos los grados del metamorfismo local. Así, si se quiere un asfalto muy bituminoso y perfectamente normal, se puede ofrecer el del grupo de las pertenencias de Huari, entre las que es muy conocida la que lleva el nombre de "La Lucha"; iguales ó más bituminosos asfaltos se encuentran en los mismos alrededores de La Oroya y cerca del caserío de "Huaynacancha". Un producto menos bituminoso es el ofrecido por el grupo de minas de "Chuicho", y si se quiere uno menos bituminoso aún, se le puede encontrar en "Yántac", distrito de Marcapomacocha. La mina "La Negrita", cerca de "Pomacocha" (Yauli), presenta ya un producto que tiende á ser equivalente á

la hulla seca, y si nos acercamos un poco más á los macizos eruptivos de "Carahuacra" ó "Morococha", nos encontramos en "Llacsacocha", y "Rumichaca" con asfaltos enteramente comparables á una antracita. No queda excluído de esta serie el grafito, el que es posible encontrar en los bordes mismos de las erupciones que interrumpen la formación.

Turba.—Estando constituída la parte andina del departamento de Junín por terrenos llamados de puna, de clima muy frío, abundantes en antiplanicies y en valles de erosión glaciar, de pendientes suaves y en que germina la vegetación raquítica característica de esas regiones, ahogada dentro de circulaciones de agua generalmente muy lentas, fácil es comprender el inmenso desarrollo que en él tiene la turba, de la que puede decirse que son pocos los kilómetros cuadrados de superficie que no la contengan, por lo menos en estado de actual formación.

Los depósitos más importantes de aquella sustancia dignos de mencionarse debido á su más adelantado grado de descomposición, son los de las pampas de "Callán" (Jauja), los de las partes altas del valle de "Apaicancha", en la misma provincia, y los más conocidos, de "Rumi-Cruz" cerca de "Carahuacra" y de "Pomatarca", ambos cerca de Yauli.

Hulla.—Para terminar esta revista sólo nos falta hacer referencia á los dos mas importantes yacimientos de hulla del departamento, de los que uno, Jatunhuasi, está ubicado en el Sur, ocupando la sección más occidental de las provincias de Huancayo y Jauja, y el otro, Goyllarisquizga, en cuya denominación comprendemos los anexos de los distritos de Chacayán, Tápuc y Yanahuanca, está locado en el confín Norte de la provincia de Pasco. La sección central y occidental del departamento, ocupada por la provincia de Yauli, no está enteramente desprovista de hulla, de la que se tiene algunas indicaciones en los yacimientos débilmente reconocidos de la hacienda "Corpacancha"; pero parece que los resultados obtenidos en estas primeras investigaciones no han sido de interés industrial, por lo que no se prosiguieron. Por lo demás, las necesidades de esta sección, en lo que respecta á combustibles, estuvieron siempre satisfechas con los asfaltos de "Chacapalpa" ó con la hulla de "Jatunhuasi".

Nada es seguramente, más conocido que el nombre de "Jatunhuasi", como asiento carbonífero de primer orden, pues aún cuando debido á la prodigalidad con que nuestro territorio en general ha sido dotado con depósitos de combustibles, no es improbable que existan algunos otros que acaso se le parangonen

talvez con ventaja, está fuera de duda que él, considerado aisladamente constituye un poderoso yacimiento de carbón cuya importancia se incrementa aun más por el vínculo que le une con la capital de Repúbiica. Tal vinculación por ser aún incompleta, quedará perfeccionada muy en breve, si, como es de esperarse, es una realidad el propósito de entusiastas mineros é industriales á quienes hay que estimular y aplaudir sin reservas de establecer vías de trasporte que vayan hasta el centro de la región lo que significará la supresión del bochorno que por tanto tiempo hemos soportado al comprar carbón extranjero cuando lo tenemos en cantidad suficiente para invadir el mercado mundial.

Jatunhuasi tiene una extensión reconocida de cerca de un grado geográfico, pues las primeras manifestaciones del yacimiento se observan cerca de la hacienda "Cochas", en los límites de la provincia de Yauli, y se las recorre, después, en toda la extensión de las jurisdicciones de Jauja y Huancayo, para perderse por el Sur en la provincia de Huancavelica. Se trata de varias capas superpuestas, cuyo número á la fecha debe encontrarse bien determinado, y que con un apotencia no muy considerable, lo que para los efectos de la explotación es más conveniente, son observables sin interrupción alguna en la extensión antes indicada. Pero aunque sea preciso que en este punto se nos permita salir por un momento de Junín con el objeto de apreciar los límites en el distrito de Laraos de la provincia de Yauyos, son observables afloramientos de carbón que, conservando la dirección de los de Jatunhuasi, se hunden en sentido precisamente opuesto á como lo hacen los últimos. Esta circunstancia es particularmente fácil de constatarse en la parte del yacimiento correspondiente al Sur de Huancayo, en donde merced a un estrechamiento, se ve correr ambos afloramientos aludidos, distanciados sólo en unos cinco kilómetros, pero con la circunstancia ya expresada, de hundirse en sentido opuesto. Los afloraciones de más al Este corresponden á las concesiones "New-Cardiff" y otras, y las del Oeste, que están ya muy vecinas del eje de la cordillera occidental, fueron comprendidas en parte por la antigua pertenencia "Dos Amigos"; el espacio encerrado entre ambas corresponde á la llamada pampa de "Cachi". En nuestro concepto es posible deducir de esta observación una consecuencia de carácter elemental, ó sea que tanto el carbón de "Dos Amigos", como el de "New-Cardiff, corresponden á un mismo yacimiento que forma asi un sinclinal, cuyo fondo se encuentra al centro de la pampa "Cachi". No he-

mos tenido oportunidad de visitar la sección Norte del yacimiento, pero no creemos improbable que en ella ocurra algo idéntico á lo descrito para la fracción del Sur, lo que dará entonces una idea de la enorme cantidad de reservas combustibles acumuladas en la hoya de Jatunhuasi. Una apreciación hecha algunos años atrás, que sólo tomaba en consideración una potencia mínima de carbón de 0.50 m., le atribuía una cantidad de 300.000.000 de toneladas, pero creemos que más recientes estudios habrán permitido modificar esa cifra, probablemente incrementándola.

Jatunhuasi ha sido como antes lo hemos manifestado, un poderoso auxiliar de la industria minera de Yauli. El carbón que produce es de calidad generalmente buena, aunque deje algo que desear en lo que respecta á su poder calorífico á veces deficiente. Tiene, en cambio, relativamente poca ceniza, quema con llama larga y se aglomera muy bien, produciendo un buen coke, muy acreditado en las oficinas metalúrgicas de Morococha y Yauli. Es un yacimiento que está destinado por todos conceptos á desempeñar una influencia decisiva en el adelanto de esta sección del país.

III

LAS HULLERAS DE "GOYLLARISQUIZGA"

El otro yacimiento carbonífero del departamento, es como ya lo hemos dicho, el que con el nombre de "Goyllarisquizga", ubica al Norte de la Provincia de Pasco, 42 kilómetros al Nor-Oeste de la ciudad del Cerro, á la que está unido por un ferrocarril que parte de "Vista-Alegre", punto situado entre dicha población y "Smelter" en donde la Cerro de Pasco Mining C°, tiene establecidas sus oficinas de fundición.

Algo de historia.—"Goyllarisquizga", derivado de las voces: goyllar (estrella), is (partícula conjuntiva) y quishga (participio pasado del verbo caer), ha tenido como yacimiento de carbón, mejor suerte que los demás de la República, debido á la vecindad en que está respecto de los minerales del Cerro de Pasco, en cuyo aprovechamiento le ha correspondido parte principalísima, tal como continúa ocurriendo en la actualidad.

Desde la época en que comenzó á despertarse el interés de los mineros del Cerro por la utilización de sus minerales de cobre, se comprendió que dicha empresa era sólo comercialmente practicable verificando su reducción en cuya operación debían necesa-

riamente de contar con el auxilio de un combustible. El precio de éste era, sin embargo de encontrarse á la mano, sumamente elevado, y así en un folleto publicado en el año 1900 en que se desarrollaba el prospecto de una empresa beneficiadora de los minerales del Cerro, se hablaba del procedimiento "Manhes", como un medio de reducir el empleo del carbón á sus más mínimas proporciones. Las muchas oficinas reductoras establecidas por entonces en el Cerro empleaban con las economias del caso, los carbones procedentes de "Vinchuscancha", "Quishuarcancha", "Goyllarisquizga" y otras procedencias, pero buscaban siempre un alivio en los gastos de este renglón de su presupuesto, quemando las pizarras bituminosas procedentes de "Patacocha", las que por quemar con llama larga eran adaptables á los hornos de reverbero que se usaban. Los transportes constituían pues, un verdadero obstáculo para que estos valiosos yacimientos de carbón entraran en un camino de franco desenvolvimiento.

Por lo que respecta al descubrimiento de "Goyllarisquizga" y sus primeros trabajos de reconocimiento, ellos se remontan al año 1844, en que vivía por el valle del "Jaru", doña Marcela del Campo y Vicuña, quien por motivo de los intereses ganaderos que poseía, verificaba frecuentes incursiones por "Goyllarisquizga", en una de las que le fué revelada por uno de sus pastores, la existencia del carbón, cuya constatación era por lo demás bien sencilla, pues él afloraba á la superficie en estado de pureza; tal como ocurría hasta hace poco en que los afloramientos han sido revolucionados por consecuencia de los hundimientos consiguientes á la explotación.

Doña Marcela del Campo no dió, con todo, mayor importancia a su descubrimiento, y sólo fué el canónigo Meza, venido de Huánuco y con quien la del Campo tenía alguna amistad, quien presentó el primer denuncio de la región, el que fué amparado con el nombre de "Descubridora". Muerto el canónigo Meza le heredó su hermano don Ramón, quien conservó é incrementó la propiedad que más tarde vendiera en parte al señor Conroy, empleado de la Peruvian Corporation, empresa que á la sazón, se había establecido en el Cerro de Pasco. Casi simultáneamente con los Meza, y hacia el año 1859, figura en los denuncios de minas, el nombre de don Claudio Gutiérrez, relacionado de la del Campo, pero sus propiedades quedaron más tarde abandonadas, siendo su hijo don Eusebio Gutiérrez quien constituyó los intereses "Carmen" y "San Vicente", comprando además don Ramón Meza las cuadraturas "San Lorenzo" y "Rosario"

que son las originales de la región, y aquel se reservó en la venta que hiciera al señor Conroy. De este modo y sobre la base de títulos por demás imperfectos, como ocurre invariablemente con todos los de cierta remota procedencia, don Eusebio Gutiérrez y el señor Conroy quedaron dueños del terreno. Por entonces entraba en funciones en el Cerro de Pasco la Empresa de transportes establecida por la Peruvian Corporation, cuyo objeto era el de prestar facilidades de aquel orden á las numerosas "haciendas" de beneficio establecidas por diversos sitios, y con cuyo fin se construyó una pequeña linea férrea que partiendo de la "Esperanza" pasaba cerca de los principales ingenios de beneficio como eran: "Quiullapata", "Pampa Verde", "Ragra", "Occorollog", "Yurahuanca", etc., viniendo á terminar en el punto "Sacra Familia".

Pero la Peruvian era, además, empresa minera y necesitaba combustible no sólo para sus locomotoras, sino muy especialmente para el trabajo de las lumbreras de "Mesapata", "Huancapucro" y "Yauricocha", entonces iniciadas en el Cerro y cuyo desenvolvimiento ulterior es de todos conocido. A estímulo de tal necesidad fué que la empresa citada, presentó sus primeros denuncios en "Goyllarisquizga", ubicados unos cerca de la entrada del actual socavón de "Murocata" y otros en el lugar "Pintamachay", detrás del cerro del mismo nombre; y facilitó medios á su empleado señor Conroy para que comprara la mina originaria "Descubridora" que hoy se llama "Esperanza". La suerte de la Peruvian fué, sin embargo enteramente adversa, tal como siempre le ha ocurrido cuando ha puesto la mano en asuntos mineros, y de lo que tenemos un ejemplo más reciente en el intento de explotación de los asfaltos de "Sorao" (Yauli), que debió ser todo un éxito y en donde apreciables energías se han perdido estérilmente. Sucedió que las llamas hacían una competencia ruinosa al flamante ferrocarril, el que bien pronto tuvo que paralizar sus operaciones paralizándose también poco después, las de carácter propiamente minero.

El señor Conroy estaba ya asociado por esa época á don Agustín Steel dueño de la "Esperanza", hacienda de beneficio por el sistema de patio y poco tiempo después quedó el último dueño único de "La Descubridora", desapareciendo Conroy del escenario.

En los tiempos que podemos llamar contemporáneos figura don Jorge Steel, heredero de don Agustín, quien vendió sus propiedades á la Cerro de Pasco Mining Co. Además, don Eusebio

Gutiérrez continuaba poseyendo sus pertenencias "San Vicente", "Carmen", "Rosario" y "San Lorenzo" á las que agregó después, otras que continúan en poder de los herederos de dicho señor quienes más recientemente han incrementado sus intereses. Más reciente aún es la intervención de don Juan Azzalia y de don N. Chamorro y Meza quienes presentaron denuncios poco antes del establecimiento, entre nosotros, de la Compañía Americana á la que los vendió el segundo conservando la Testamentaría del primero las propiedades que él legara.

Pero al practicarse los primeros reconocimientos de la región por la Cerro de Pasco Mining Co., se descubrió fácilmente por ésta que solo una fracción mínima del yacimiento se encontraba posesionada, pues los primitivos mineros, enteramente desprovistos de conocimientos estratigráficos, sin que tuvieran por lo demás, quien los ilustrara sobre asuntos de difícil comprensión para ellos, se limitaron á apropiarse de aquello que tangiblemente ofreciera importancia, sin conjeturar el gran desarrollo que el depósito carbonífero pudiera alcanzar en diversos sentidos. Es asi como la Compañía Americana pudo actuar con entera libertad y adueñarse de las nueve décimas partes de la región, denunciando el area correspondiente a unos 12 kilómetros, en los que se encuentran inscritas unas 260 pertenencias, con las que seguramente tienen aseguradas sus reservas de combustible para todo el tiempo que de vida pueda tener dicha Compañía.

LOS AFLORAMIENTOS DE CARBÓN

Los accidentes orográficos de la región que hemos convenido en llamar "Goyllarisquizga", debidos por una parte á los levantamientos y hundimientos del terreno sometido á una compresión lateral, y por otra al intenso trabajo de erosión que se traduce en la presencia de profundas quebradas de las que las de "Chaupihuaranga", "Jaru" y "Tusi" son las principales, le han imprimido un sello característico de confusión que dificulta bastante la reconstitución del horizonte geológico para poder establecer asi la unidad del yacimiento tal como es posible verificarlo en Jatunhuasi, y deducir las consecuencias relativas al contenido, en carbón, de la cuenca toda. El carbón es visible, en efecto, en diferentes lugares comprendidos dentro de un área considerable, pero los afloramientos lejos de presentar continuidad, se ven frecuentemente interrumpidos, cambiando á menudo de dirección

hasta el extremo de constatarse en la zona en actual explotación que la dirección de un manto observada en un cierto punto, pasa después á ser precisamente la inversa, formando así un repliegue, que da la forma de una U á la sección horizontal del mismo. Esta circunstancia unida á la falta absoluta de estudios de exploración, pues "Goyllarisquizga" nunca los ha merecido ni aun para acreditar el concepto que se tiene á priori de la enormidad del depósito, impide por ahora asegurar si las manifestaciones del carbón visibles en un perímetro de muchos kilómetros, corresponden ó nó á un yacimiento único y en tal caso, cuál es el tonelaje probable por él encerrado.

Pero en lo que respecta á las preocupaciones de otro orden y ya que por hoy no es posible conjeturar acerca del tonelaje probable de la región toda, sea que se trate de un depósito único ó de varios más pequeños, puede sí estarse seguro de que en uno ú otro caso el yacimiento ó yacimientos sabrán corresponder por muchísimo tiempo, á las exigencias de la industria, cualesquiera que ellas pudieran ser.

Forma y extensión de la hoya de Goyllarisquizga

Debe, al efecto, tenerse en cuenta que supuesta la unidad del depósito y considerando á "Goyllarisquizga", propiamente dicho, como una fracción de él, es fácil, al tratarse de ella y puesto que es la parte más reconocida, hacer el cálculo del carbón que le corresponde. Acabamos, en efecto, de manifestar que ya sea observando el curso de los afloramientos ó una sección del yacimiento dada por un plano horizontal en el nivel "N", de la mina, por ejemplo, se descubre que tanto los unos como la otra, afectan la forma grosera de una U, cuya parte cóncava está hacia el Oeste, siendo este el sitio en que ubican las más antiguas pertenencias, y cuyas ramas se extienden, la una hacia los lugares "Pomabamba" y "Tusi" aproximadamente, y la otra hacia el caserío de "Cuchis", en donde aún son visibles los afloramientos, interrumpidos un poco antes, en la quebradita de "Chontas". La presencia de este replegamiento de los mantos sobre sí mismos



hizo pensar no hace mucho en la posibilidad de que el depósito afectara una forma enteramente cerrada, tal como se indica con la línea de puntos, circunstancia que evidentemente habría limitado mucho su importancia, pero al hacer tal suposición se olvidaron las indicaciones reveladoras de los afloramientos, las que han sido confirmadas por los trabajos subterráneos.

El desarrollo de los afloramientos en la forma en que los acabamos de presentar, corresponde á una longitud de unos 5 kilómetros, los que podemos considerar como constituyendo el eje de la U, siendo la distancia que separa los dos ramales sensiblemente paralelos, de unos 3.5 kilómetros en promedio. De allí resulta que el área encerrada por la figura es de unos 17.5 kilómetros cuadrados ó sean 17.500.000 metros cuadros. El examen del cróquis adjunto, en el que las pequeñas flechas indican el hundimiento de los mantos, induce á creer que toda el área interna de la U, se encuentra cubierta por carbón, quedando solo por determinar cuántas toneladas de él corresponden á cada metro cuadrado anteriormente deducido. Antes de entrar en esta apreciación debemos de manifestar que el yacimiento asi considerado, no es enteramente continuo, pues en el fondo de la cuba existe un accidente geológico constituido por un salto, del que nos ocuparemos más adelante, cuya influencia en la continuidad del yacimiento no ha podido aún ser bien determinada. Esto induce, por lo menos á usar de mucha prudencia en la adopción de coeficientes de seguridad.

Número y espesor de las capas

Debemos ahora manifestar que en la parte reconocida del yacimiento se explotan actualmente cuatro mantos superpuestos, los que llevan los nombres de "Principal", "Paralelo", "Primera capa" y "Segunda capa". Contra lo supuesto en alguna otra información, está perfectamente probado que no hay más capas, y ya son bastantes, especialmente si se toman en cuenta las potencias que vamos á revelar. Las numerosísimas secciones horizontales que existen, de los trabajos actuales, dan para los mantos "Principal" y "Paralelo", anchuras muy variadas entre las que figuran algunas hasta de 12 m. para el primero y de 5 m. para el segundo; los anchos mínimos, que por lo demás son muy escasos, jamás bajan de 2 m. y 1 m. respectivamente, de modo que aun reduciendonos á estas cifras, se tiene una potencia sumada de 3 m. Las llamadas "capas", son menos potentes, ofreciendo la prime-

ra en promedio, 0.80 m. de espesor, por cuyo motivo no se la explota, y la segunda 1 m. de potencia observándose en ella algo más de uniformidad. Adicionando, pues, á la cifra deducida antes, 1 metro más suministrado por la segunda capa, y dejando de un lado la primera, podríamos adoptar una potencia mínima de 4 m. para el conjunto. Pero ello no obstante es preciso reducir el coeficiente por el hecho de notarse en el ramal de la U que corresponde á "Cuchis", una refusión de los mantos "Principal" y "Paralelo" ó más bien una extinción del primero, fenómeno cuya causa explicamos más adelante, sin que la potencia del manto resultante, corresponda á la suma de los componentes, considerados aisladamente. Además, las dos "capas", no pueden considerarse normalmente como elementos de explotación, pues el producto que suministran es con bastante frecuencia muy impuro, prefiriéndose sólo verificar la extracción de aquellas zonas que ofrecen carbón algo mejor. Por tales razones creemos que el coeficiente final, relativo al espesor sumado de las capas, no debe ser mayor del ya deducido, ó sea 3 m.

Volviendo, pues, á nuestra estimación sobre la base de una superficie considerada plana, aunque en realidad sea ondulada, y de 17.500.000 metros cuadrados y en la que á cada uno de ellos corresponden 3 metros cúbicos de carbón, y asignando á este, como generalmente se hace esta clase de apreciaciones, una densidad igual á 1, se tiene que la fracción de que nos venimos ocupando, puede contener un tonelaje de carbón de:

$$17.500.000 \times 3 = 52.500.000$$

De esta cantidad, se han extraído ya tres millones de toneladas, existiendo algo más de dos millones listos para la extracción, lo que manifiesta que solo un 10 % de la hoya ha sido explotada ó reconocida. Algo asi como el 20 % del carbón puesto á la vista se pierde en el disfrute, ya sea porque es preciso abandonar los pilares que se dejan para el sosteniento, ó porque el método de los derrumbes que se emplea en otros casos, impone tal sacrificio.

Extensión probable del yacimiento

Pero Goyllarisquizga mismo, y ya lo hemos dicho anteriormente, sólo puede considerarse como una fracción de la cuenca carbonífera, cuyas manifestaciones, sea que correspondan á un yacimiento único ó nó, son observables en muy distintos sitios

de los distritos de "Chacayán", "Tápuc" y "Yanahuanca". Si por ejemplo, continuamos un poco más al Sur, del ramal de Goyllarisquizga que hemos convenido en llamar "Cuchis", nos encontramos bien pronto en el fondo de la quebrada de "Yaru" con otros importantes mantos entre los que está comprendido, el de la conocida mina de "Quishuarcancha". La importancia de esta última región está suficientemente acreditada con el hecho de haber merecido la construcción del ramal férreo que une la estación de "Aicacocha" con el sitio "Cahlhuacocha", con un recorrido de 14 kilómetros.

La formación carbonífera de esta sección es desde luego, un tanto menos importante que la ya descrita, pudiendo sin embargo, seguirse los afloramientos en una extensión no menor de 6 kilómetros, aunque se constaten algunas interrupciones locales por la intrusión de rocas eruptivas que no han sido, con todo, motivo para alterar apreciablemente la naturaleza normal del combustible. Así, tratándose de "Quishuarcancha" mismo, el depósito está rodeado por erupciones porfídicas que limitan en todo sentido su extensión, aunque estas interrupciones son locales, observándose después, la continuidad del carbón tanto hacia la quebrada de "Yaru", aguas abajo, como hacia la hacienda "Pichuicancha", en cuyos alrededores desaparecen las afloraciones del carbón y en donde existen numerosas pertenencias registradas y bastantes reconocidas.

De "Quishuarcancha" es posible, siguiendo un camino de altura, llegar al pueblo de Yanahuanca, y quien tal haga podrá constatar al pasar por los pueblos de "Huaylacirca" y "Roco" (distrito de Tápuc) las numerosas afloraciones de carbón á que corresponden los nombres de "Garbanzo-cancha", "Shaigua", "Victoria", "Matarraga", etc.; pero tenemos la sospecha inspirada sólo en una inspección rápida, de que entre ellas es posible que existan yacimientos asfaltosos provenientes de la solidificación de retinalitos líquidos. Esto no merma el mérito de tales depósitos, pues ya hemos tenido oportunidad de ver lo bien que dichas sustancias se comportan como combustibles, aportando la enorme ventaja de su reducido contenido de cenizas.

De Huaylacirca se está ya á un paso del pueblo de Yanahuanca en cuyos alrededores se encuentran considerables cantidades de carbón en proporción que pueda tal vez rivalizar con las minas de "Goyllarisquizga" en actual explotación. Es sensible que un yacimiento tan poderoso, permanezca abandonado y casi ignora-

do, y es que al tratarse de él comienza ya á sentirse la nunca bien lamentada influencia de la ausencia de medios de trasporte económicos, lo que hace que, tal como ocurre en Yanahuanca, continúen en el olvido perpetuo otras muchas riquezas mineras de nuestro territorio.

El carbón es visible en el distrito citado, por extensiones muy dilatadas, pudiendo citarse muchas localidades que probablemente pertenecen á otros tantos mantos. El más notable de ellos es el conocido con el nombre de "Huachapo" el que muy cerca de los afloramientos presenta una potencia hasta de 12 m. dentro de la pertenencia "Carmen de Huachapo". En la vecindad de la anterior se señala la existencia de otros mantos, cuyo número permanece ignorado debido á la falta de reconocimientos, pudiéndose sólo conjeturar que corresponde á esta region, una existencia enorme de combustibles que unida á las que hemos descrito, hacen de la provincia de Pasco, una de las mejor dotadas en lo que se refiere á sus reservas de tal naturaleza.

Columna estratigráfica

Podemos resumir todo lo expresado acerca de la hoya carbonífera de "Goyllarisquizga", diciendo que la forma de ella es la de una cubeta un tanto alargada en la dirección Oeste á Este, y cuyos lados se hunden hacia un fondo común con inclinación media de unos 22º. Sólo la parte occidental de la cubeta ha sido parcialmente reconocida por los trabajos actuales de explotación, sin que existan datos ó indicaciones suficientes que permitan precisar el desarrollo que el yacimiento pueda tener hacia el Este.

El lecho de la cuba está constituído por una poderosa formación de areniscas muy disgregables y perfectamente normales, pues las rocas eruptivas que han producido los movimientos orogénicos por cuya causa los estratos tomaron su posición actual, deben encontrarse á una gran profundidad, pues ellas no son visibles ni aun en el fondo de los valles de "Yaru" y "Chaupihuaranga", no obstante de que estos constituyen dos muy profundos surcos excavados por la erosión en el centro mismo de la formación sedimentaria. En el fondo de dichos valles sólo aparecen pizarras, probablemente mesozoicas, las que tienen un espesor considerable que á la superficie pasa de 500 m. pues tal paquete pizarroso se le ve desde el sitio "Uspachaca", hasta más arriba del pueblo de "Chacayán". Sobre estas pizarras comienzan á apa-

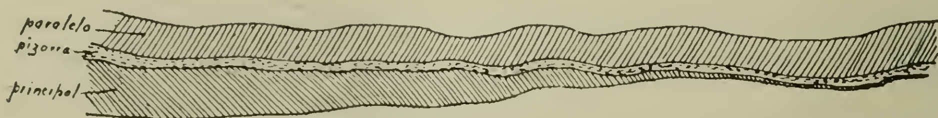
recer estratos brechosos, fuertemente cimentados, en los que al principio y mientras más cerca están de las primeras, solo se notan unas escasas inclusiones de cuarzo, en trozos del tamaño hasta de una nuez, pero siempre en formas irregulares y más ó menos poliédricas. A medida que los estratos van siendo más superiores, y en que, por consiguiente quedan más distanciados de las pizarras, se puede apreciar un predominio cada vez más acentuado de los fragmentos de cuarzo en la composición del conglomerado brechoso, llegándose por fin, en las capas más superiores, á presentarse un conglomerado enteramente cuarzoso, constituído por nódulos mamelonados débilmente cementados por la arenisca, muy sensible á la acción de los agentes exteriores de denudación. Esta arenisca normal, constituyó el fondo del reservorio hidrográfico en que se sedimentó el carbón, pero presentando antes á este, como siempre ocurre en estos casos, el lecho de arcilla subyacente, la que tiene un espesor como de 15 m. A esta le suceden los cuatro períodos de sedimentación correspondientes á las cuatro capas de carbón, separadas por lechos de pizarras bituminosas. El estrato pizarrozo que separa los mantos "Principal" y "Paralelo", es generalmente muy pequeño, llegando á tener á veces sólo 0.20 m. de espesor por lo que ellos podrían considerarse como uno solo, si esa potencia no se viera aumentar en otros casos, hasta 2 y más metros. De mayor consideración y uniformidad es el lecho estéril intercalado entre el "Paralelo" y las dos "Capas", el que es como de 6 metros en uno y otro caso.

Sobre la "Segunda capa",, se depositó un delgado lecho de arcilla y poco después vuelve á presentarse la arenisca en potentes bancos como de 500 ó más metros de espesor, notándose algunas intercalaciones de arcillas, pizarras, y rocas conglomeradas débilmente cementadas. En último término y reposando sobre las areniscas se presentan las calizas.

Accidentes en la formación

El accidente de más importancia en la formación carbonífera es el que ya hemos mencionado anteriormente y que consiste en el adelgazamiento de la más poderosa de las capas ó sea la "Principal", en una vasta extensión del yacimiento, hasta extremos que prácticamente significan su extinción. En nuestro concepto, el fenómeno es de muy fácil explicación y ella puede darse considerando que tal adelgazamiento corresponde á los bordes del reservorio lacustre o marino en que se verificó el depósito y donde

la profundidad de las aguas iba siendo cada vez menor, originando así un sedimento de espesor progresivamente menor. Las condiciones hidrostáticas del reservorio debieron modificarse una vez terminada la sedimentación del manto "Principal", cambio que se produjo por un hundimiento de sus bordes, por cuya consecuencia se incrementó la profundidad de éstos, permitiendo entonces la sedimentación normal de las otras tres capas, perfecta-



mente concordantes, por no haber ocurrido durante el proceso, movimiento alguno que las perturbara. La extensión del manto "Principal", afectada en la forma descrita, corresponde como ya se ha manifestado á la larga sección del yacimiento que hemos designado con el nombre de "Ramal de Cuchis".

Otro accidente igualmente notable es el que también hemos mencionado anteriormente y que consiste en la presencia de una falla que divide el yacimiento en dos secciones: la del Oeste, en donde, como se sabe, están ubicados los trabajos actuales de explotación, y que es la más pequeña; y la del Este, fracción muy poco explorada, pero de extensión mucho más considerable y acerca de cuyas reservas de carbón sólo es posible aludir con las restricciones con que lo hemos hecho.

Es de suponerse que constituído ya el depósito, el conjunto estuvo sometido á las fuerzas de compresión por cuyo efecto afectó su forma actual, experimentando en ese momento, por efecto de los movimientos producidos, numerosas interrupciones en su continuidad, aunque casi todas ellas son de poca extensión y más bien de carácter local. Sin embargo, la falla principal, es de una importancia trascendental por lo mismo de su extensión, dividiendo, como lo hemos manifestado, la cubeta toda en dos porciones disimétricas. Este accidente natural ha servido, por lo demás, para marcar los linderos de los trabajos, considerándose que todo el carbón situado más allá de la falla, se encuentra muy alejado, respecto de las actuales vías de tráfico, como para hacer su extracción menos económica que la del resto de la mina. Así pues, la actividad industrial de Goyllarisquizga ha estado sustentada por la sección occidental del depósito, que ya sabemos es la más pequeña, y que es la que contiene las reservas cubicables á que antes hemos aludido. La otra sección, la oriental,

que es de mayor extensión, no solo porque así lo manifiestan las indicaciones superficiales, sino porque afecta una forma abierta en lugar de la cerrada que corresponde á la primera, esa sección, decimos, está aún intacta, lo que no significa que haya dejado de ser algo reconocida, por lo menos para constatar la continuidad del carbón. A ella se le comenzará á dedicar mayor atención en los tiempos venideros, ya que las nuevas vías de extracción de que dispone hoy la mina, permitirán extraer el carbón procedente de esta parte del yacimiento, antes alejada de una manera económica.

La dirección de la falla antes descrita, es sensiblemente de Nor-Oeste á Sur-Este, aunque como es frecuente en accidentes de esta naturaleza, se observan cambios bruscos de dirección, que le hacen afectar una configuración general enteramente caprichosa que podría más bien representarse por una línea curva de numerosas sinuosidades.

Primeros trabajos de preparación

La Cerro de Pasco Mining Cº buscó también para establecer sus primeros trabajos, tal como lo hicieron los antiguos mineros, aquella zona del yacimiento situada al Oeste y en donde se encuentra la parte cóncava que los mantos forman al replegarse sobre sí mismos. La presencia del carbón en este sitio era tan manifiesta que no fueron necesarios trabajos profundos para su extracción, eliminando, por lo demás, toda duda, acerca de la ubicación que debía darse á los primeros trabajos de preparación. Estos tuvieron por base un plano inclinado, perforado debajo de los mantos, esto es, en la zona de contacto entre la arcilla subyacente y la arenisca, siendo su inclinación de unos 22°, aproximadamente con la horizontal, que es la línea de máxima pendiente que corresponde á la estratificación en este sitio. Dicha línea trazada de Norte á Sur y que tiene 340 m. se prolongó hasta una profundidad de 48 m. respecto de su punto inicial, y de ella se hicieron partir pequeñas "cortadas" sobre el carbón que estaba inmediatamente encima. Se siguió á éste por galerías en dirección, las que formaron los niveles "A", "B", "C", "D" y "F"; dichas galerías se prolongaron horizontalmente hasta tropezar con la falla, la que ya sabemos, fué considerada como el límite de los trabajos.

La explotación de los primeros años estuvo íntegramente sostenida por los niveles antes indicados de los que, sin embargo,

no se extrajo todo el carbón que contenían, pues para el objeto de la estabilidad del plano inclinado que fué llamado "Pique Grande", se dejó sobre él un macizo de protección al que corresponde una cantidad de combustible de cerca de medio millón de toneladas.

Desarrollo de los trabajos

Al mismo tiempo que se disfrutaban los niveles superiores, se preparaban nuevas zonas de explotación y considerándose que la prolongación del Pique Grande no era económica, se determinó la apertura de otro plano inclinado, iniciada en el punto en que terminaba el anterior, pero perforado sobre la capa misma de carbón y no debajo de ésta, como el anterior. Este otro plano, nombrado "Pique Chico", cuya sección más reducida permitió sólo el establecimiento de una vía, y no de dos como ocurre en el Grande, tiene una longitud de 1144 pies (348 m.); de él se hicieron partir también galerias en dirección que formaron los niveles "G 1", "G 2", "H 1", "H 2" y "J". Los trabajos asi avanzados se encontraban ya á una profundiad considerable y se hacía manifiesta la necesidad de una ventilación natural, por cuya deficiencia en parte, se produjo la primera explosión subterránea que ocasionó numerosas víctimas. Se prefirió entonces, el "Túnel de Morocata" que vino á conectar con el "Pique chico", después de un recorrido de 900 m. suministrando abundante aire á las labores profundas.

La labor de preparación no quedó, sin embargo, detenida allí, y una vez que los niveles últimamente nombrados comenzaron á ser disfrutados, se inició á partir del "H 2", un tercer plano inclinado que lleva el nombre de "Winze del H 2", y cuya dirección fué variada, respecto de la de los dos anteriores, de modo que conformara con la línea de máxima pendiente del manto, el que presenta frecuentes ondulaciones. Este último plano sólo se detuvo en el fondo de la formación sinclinal por el que sabemos pasa la titulada falla,; mediante él y por el sistema conocido quedaron establecidos los niveles "K" "L", "M", "N", "O", "P" y "Q", en donde, principalmente, está concentrada la actividad actual.

Pero, como se comprende, esta sección de la mina se encontraba ya bastante alejada de la única vía maestra de extracción, constituída por el "Pique Grande" y esto influía en el costo de producción del carbón, por lo que se pensó en dotar á las labo-

res subterráneas de otra arteria que por su situación central permitiera verificar el servicio de extracción en condiciones satisfactorias de economía. Asi surgió la lumbrera ó "Shaft" de "Chontas", perforada justamente en el centro de la formación cerrada y ocupando por lo tanto una posición sensiblemente simétrica respecto de las labores que la rodean.

El "Shaft" de "Chontas" es una obra maestra, no solo por las funciones que desempeña, sino también por su ejecución, que lo hace el único entre los de su clase, hasta ahora existentes en el Perú. Fué perforado simultáneamente en dos sentidos opuestos, esto es ascendente y descendente, siendo su longitud total de 292 m.; su sección horizontal es de 17′ 10″ × 7 pies, la cual disminuye algo á profundidad: ella está dividida en tres compartimentos de 4′10″ × 7 pies cada uno, de los que dos están reservados á la extracción del carbón por medio de jaulas y "skips", verificando el tercero otros servicios, como son los de introducción de tubos, tráfico de personas, etc. etc.

Los métodos de disfrute

Desde que se estableció el trabajo, en gran escala, en "Goyllarisquizga", y según hayan sido las administraciones que se han sucedido, las métodos de disfrute han variado un tanto en lo que se refire á los detalles, pero conservándose el principio fundamental del método, que consiste en el arranque sin relleno o rellenando sólo con el desmonte que ocasionalmente se produce en las labores inmediatamente superiores, de donde se han retirado los pun[illegible]s de sostenimiento. Las variantes producidas provenían más bi[illegible]n del orden en que se consideraba más conveniente hacer el disfrute de las capas superpuestas, creyendo unos que primero debía "tajearse" el paralelo, para en seguida hacerlo con el principal; y otros que ambas capas debían ser arrancadas simultáneamente, procedimiento más racional y que es el que ha prevalecido.

En síntesis, pues, el método de trabajo que se sigue en "Goyilarisquizga" es el llamado de los derrumbes, procedimiento que por más que esté muy en boga en otros paíse*s*, ha merecido ser criticado duramente, no sólo por los riesgos que presenta en los relativo á la seguridad del personal obrero, sino también por las pérdidas considerables de carbón que, en el caso de capas poderosas, queda aprisionado dentro de los desmontes. Para el efecto y como es de práctica común, se dividen los distintos niveles en macizos de forma más ó menos regular y se co—

mienza el disfrute por aquellos más retirados. Entonces se practica una gran cámara, según el sistema de "long wall", sostenido por numerosos puntales de pino de 6" × 6", y una vez que la cámara ha llegado en su camino ascendente á tocar con la "carga" del nivel inmediato superior, ya explotado, se fortifica en un sitio de ella, por el método de "cribs", una chimenea de madera, y entonces "se llama á la carga", haciéndola descender para que invada el vacío practicado, del que se retiran los puntales tanto como es posible. Los mineros entonces penetran por la chimenea de madera que se fortificó, se paran sobre el desmonte é inician el tajeo del carbón que constituía el techo de la cámara, formando una segunda que proceden á sostener por puntales que se apoyan sobre el relleno.

El carbón procedente del arranque es transportado á lampa á las galerías principales con cuyo objeto se construyen "shoots" tan inclinados como es posible para ayudar la operación por acción de la gravedad. De los "gun ways" ó galerías anchas, el carbón es llevado en carros conteniendo de 1 á ½ toneladas, á los planos inclinados en donde existe la tracción mecánica.

El método de disfrute adoptado en "Goyllarisquizga" es evidentemente imperfecto, pero su aplicación estaría justificada, si no existiera un procedimiento más racional que lo reemplazara. Sin embargo y hablando en términos generales, el arte del explotador de minas en el Perú está condenado á sufrir dolorosas imposiciones que desdigan de lo que podríamos llamar nuestra cultura minera, ya que los procedimientos de arranque en casi todas las explotaciones de yacimientos pobres y que además son poderosos ó de forma irregular, vienen en definitiva á ser una aplicación del sistema de los derrumbes tan justamente calificado como de inhumano. Y es que en tales casos, y para adoptar un método más racional se requiere el empleo de fuertes cantidades de madera, la que bien sabido es, tiene entre nosotros un precio prohibitivo.

Permítasenos que apartándonos un tanto de la cuestión y en obsequio á la importancia del asunto, manifestemos con este motivo la urgencia, que por otro lado es conveniencia pecuniaria, de que nos esforcemos por establecer en nuestro territorio la industria forestal, el más poderoso auxiliar de la minería en todas partes del mundo. El Perú antes de ser país minero, necesita á todo trance fomentar el crecimiento ó establecimiento de sus bos-

ques, para lo que es preciso hacer comprender (como no quieren hacerlo hasta ahora), á quienes están en aptitud de dedicarse á esta rama de la actividad humana, que el más productivo de sus empeños, por el poco esfuerzo que requiere, y el que más puede beneficiar el progreso general del país, es el que dediquen al establecimiento de la industria referida, la que prácticamente hablando no existe aún. En vano nuestra legislación ha dictado disposiciones que sujetan á una regla el aprovechamiento de los bosques por los mineros de los alrededores: estos siempre preferirán traer un tronco de abeto ó de pino desde Estados Unidos, á tomarlo del bosque peruano más inmediato. Y no es porque el primero sea, ni mucho menos, superior al segundo. La razón está en que nuestros bosques se encuentran donde no se les necesita, y en los lugares en que ellos podrían ser útiles, no existen. No nos referimos, por cierto, á nuestras heladas punas, en donde es perfectamente sabido que todo cultivo es imposible, pero sí aludimos á nuestros valles costaneros y serranos que ofrecen el doloroso espectáculo que dan sus campos, cultivados generalmente, es cierto, pero enteramente desprovistos de árboles que tarde ó temprano encontrarían una aplicación ventajosa. Quienes quieran un pequeño ejemplo digno de imitar, pueden ir á la ciudad de Tarma y admirar sus plantaciones de eucaliptus que pronto serán una poderosa ayuda para nuestras minas. Huancayo no se ha quedado atrás y su concurso ha sido y continúa siendo muy eficaz en lo que respecta al abaratamiento del carbón de "Goyllarisquizga".

Dijimos anteriormente que el método de disfrute podría acaso ser reemplazado con ventaja por otro procedimiento mas racional y mas ajustado a las prácticas modernas. Nos referimos al método de relleno hidráulico, cuya aplicación en yacimientos poderoderosos ha constituído todo un éxito donde quiera que se le haya aplicado, exigiendo sólo la concurrencia de material apropiado para verificar la operación. Entre estos materiales uno de los que satisface mejor tal exigencia, es la arena, y ya sabemos que esta existe en Goyllarisquizga en cantidad ilimitada, prócedente de la disgregación de las areniscas que predominan en su formación geológica. Tal sistema no es, sin embargo, enteramente extraño á las operaciones de la mina, pues se le aplica, aunque de una manera elemental y reducida, cuando se trata de rellenar los vacíos dejados por la extracción, en la vecindad de las vías principales de tráfico, por cuya estabilidad es preciso preocuparse. Con todo, el proceso no ha llegado á ser extensamente aplicado, lo que es

bien sensible, pues con él, estamos seguros, se habrían evitado los inconvenientes derivados de la explotación que se ha seguido y continúa siguiéndose.

Consecuencias del método de disfrute

La primera de ellas y la de carácter más serio es la relatíva á una mayor exposición en la vida de los mineros, debiendo éstos operar en una zona resquebrajada, por lo mismo qué para rellenar una cámara se provoca el descenso de la carga que está en el nivel superior; se comprende que esta operación traiga consigo el desequilibrio de un área considerable en la que aun tienen que actuar los operarios, y en donde las condiciones de estabilidad tienen forzosamente que ser imperfectas por más que se les trate de remediar con el empleo profuso de la madera, la que después queda perdida en su mayor parte, ocasionando un recargo en el costo de extracción. Además, una regular cantidad de carbón queda perdida entre los escombros, pues el ensanche de las cámaras tiene sus límites y una vez rellenadas estas, dejando como siempre es preciso, pequeños pilares de carbón hay la seguridad de que estos quedan perdidos definitivamente.

Por último, el método establecido trae consigo la producción de innumerables rajaduras del terreno, que se propagan hasta la superficie y si bien ellas no son una amenaza para las instalaciones exteriores que están convenientemente diseminadas, en cambio son la causa de fuegos subterráneos que constituyen la amenaza más seria que pueda tener una explotación minera, pudiendo llegar aun á paralizarla de un modo absoluto. En "Goyllarisquizca" existe, pues, el fuego subterráneo y sobre sus causas y efectos informamos ya en el año 1912, en términos que reproducimos:

"..................pero todas estas consideraciones y medidas así como cualesquiera otras que hubieran mediado, tenían que resultar á la larga insuficientes, si se dejaba en pié la causa principal, si no única, á que obedece la presencia del fuego en la mina; nos referimos á los inconvenientes derivados del método de explotación llamado de los derrumbes que origina la producción de enormes vacíos subterráneos, los que á su vez son causa de que se formen innurables grietas algunas de ellas de gran consideración y que se propagan hasta la superficie, como es fácil constatarlo en estos lugares, en cualquier momento. Estas rajaduras constituyen otras tantas chimeneas de gases, las que por su magnitud y naturaleza

es imposible interrumpir práticamente hablando. Si á estas circunstancias favorables, se agrega la no menos propicia de la composición de los desmontes que quedan siempre en toda labor abandonada, y aun la del carbón mismo, nada más explicable que la presencia de un siniestro de esta naturaleza, siendo de advertirse que la amenáza subsiste para cada uno de los niveles que se va abandonando, ya que en ellos concurren las mismas circustancias á que nos hemos referido anteriormente.

El carbón de Goyllarisquizga, contiene, en efecto una gran proporción de azufre en la forma de pirita de fierro, y en no menos proporción se encuentra este elemento en los productos carbonosos que debido á su impureza, son dejados en el interior de la mina, ya como relleno ó para evitar los gastos de su extracción; suelen observarse igualmente, nódulos de pirita en la roca encajonante, llegando aun á presentarse este elemento en manchas de alguna consideración. De todos conocida es la propiedad de este mineral de oxidarse en contacto del aire y sabido es tambien que la oxidación es más enérgica si el agua interviene; por último, es sabido que la reaccion mediante la cual se opera la oxidación, tiene lugar con desprendimiento de calor, que se va almacenando en labores subterráneas en que ninguna corriente enérgica de aire viene á refrescar esas cámaras naturales de reacción.

Pero aun sin considerar la presencia de las piritas, causa principal á nuestro modo de ver, del incendio de estas minas, está hoy perfectamente averiguado que el calor producido por el frotamiento de dos paredes desquiciadas que se deslizan la una sobre la otra á fuerte presión, es causa eficiente de incendios en las minas y es muy de tenerse en consideración este factor, en nuestro caso, ya que son numerosos los casos que de esta naturaleza podrían observarse ó presumirse en la explotación en referencia.

Finalmente, se atribuye al carbón la propiedad de absorber gases en cantidad, viniendo á ser así, una especie de reservorio en que se realizan reacciones con desprendimiento de calor; en el caso que nos ocupa, no creemos que debe haber intervenido muy fuertemente la causal anterior, y que en algunas explotaciones ha llegado aún á producir incendios en cuarteles en actual explotación.

Sea de ello lo que fuere, causas químicas ó puramente mecánicas, que para el caso vienen á ser términos equivalentes, es el hecho que esas determinantes existen sobradamente en "Goylla-

risquizga", para producir calor suficiente que, actuando sobre materias combustibles y ayudadas por el elemento comburente que se infiltra á través de las fisuras ó rellenos antiguos, produzcan un mal de la naturaleza del que nos ocupa".

Naturaleza del combustible

Considerado en conjunto el carbón producido por las diferentes capas, puede calificarse como perteneciente al tipo de la hulla grasa. Los carbones procedentes de los mantos "Principal" y "Paralelo", tienen caracteres físicos y químicos idénticos, aunque el segundo suministra por lo general, un producto más compacto que el primero. Se trata de un carbón de color bruno, de brillo resinoso en la fractura fresca y de una fragilidad muy acentuada; arde con llama larga y se funde y aglomera al arder, para lo que le sirve la fuerte proporción de materias volátiles que contiene. La cantidad de cenizas (y de esto depende su defecto más notable), es siempre elevada, especialmente si el carbón debe ser extraído en fuertes cantidades. El producto constituyente de las dos últimas capas superiores es aun más bituminoso que el de las adyacentes, lo que probablemente es debido á la presencia de inclusiones de "copalita", cuyo polvo es eminentemente explosivo; dichas inclusiones pueden llegar á constituír hasta un 10 % de la masa total y obligan á tomar medidas especiales para evitar los riesgos de explosiones, aun al simple contacto de una llama de acetileno. Este cuerpo es el que contribuye á dar el tono cabritilloso que el carbón presenta cuando se le mira en conjunto, y que delata que él está presente en los mantos "Principal" y "Paralelo", aun cuando en menor proporción.

La composición del carbón, aunque algo variable, según sean las zonas de su procedencia, está comprendida, dentro de los siguientes límites:

Carbón fijo..................	34 á 42 %
Materia volátiles.........	38 á 44
Cenizas........................	22 á 35

Las cenizas

En el cuadro anterior hemos puestos las cifras correspondientes á un carbón que pueda representar el promedio del que se explota. Veamos más en detalle cómo ocurrieron las cosas, en lo que

á cenizas respecta, durante el año próximo pasado. La explotación en grande escala no permite jamás alcanzar el límite inferior antes apuntado y más bien se dán muchos casos en que la ley promedio del producto embarcado, pasa del límite superior. Sólo explotando en muy pequeña escala y dedicando una esmerada atención, es posible obtener lotes del 22%, pero esto requiere dejar de un lado las capas más abundantes que son también las más cenicientas; aun así una vez que se preparan lotes de mayor consideración la ley de ellos oscilará del 25 al 30 %. Las zonas explotadas en los niveles antiguos eran muy limpias y así y todo el promedio de cenizas era muy vecino del 30 %. Esta cifra se ha incrementado en los últimos años hasta acercarse casi al 40%, como puede verse en el siguiente cuadro del carbón embarcado mes á mes durante el año 1916:

Enero	31.5 %
Febrero	36.1
Marzo	34.4
Abril	39.0
Mayo	36.9
Junio	36.2
Julio	34.6
Agosto	36.5
Setiembre	35.9
Octubre	37.1
Noviembre	37.8
Diciembre	37.8

En cuanto á la naturaleza y composición de estas cenizas, puede decirse que son sílice en estado de relativa pureza.

Maquinaria de perforación

A raiz de la explosión producida en Goyllarisquizga, en el mes de agosto de 1910, el Supremo Gobierno dictó una resolución disponiendo, entre otras cosas, la eliminación del sistema de trabajo conocido con el nombre de "shooting off the solid" por el de "undercutting ó shearing" empleando máquinas cortadoras de carbón. La referida disposición fué observada, y se encontró que su aplicación aportaba enorme beneficio, no sólo en lo que este pudiera significar la supresión de un riesgo personal, por la restricción que se conseguía en el empleo de explosivos, sino tam-

bién por la facilidad en los avances, lo que en definitiva viene á representar economía en la explotación. De allí que las máquinas "cortadoras" actuadas por aire comprimido, hayan quedado definitivamente aclimatadas en los trabajos subterráneos. Ellas, como se sabe, no difieren sustancialmente de las perforadoras sino en el movimiento de rotación al rededor de un eje de que están provistas, lo que les permite practicar, por percusión, una entalla, en el frontón, en forma de semicírculo. Con el auxilio del corte, es fácil conseguir un avance considerable sin más que el emplazamiento de dos tiros, colocado el uno en la parte superior de la entalla, y el otro en la inferior.

Para el caso de taladros corrientes se usan las excelentes perforadoras que fabrica la casa "Ingersol" y que son del tipo "Jack Hammer". Un taladro sobre carbón de una longitud de 1.30 m. se practica, por lo general, en unos cinco minutos, lo que ha permitido el establecimiento de cuadrillas de perforadoras que recorren la mina, llevando sus máquinas á aquellos sitios donde se necesitan taladros. Se requierenn dos hombres para manejar una perforadora y se obtienen unos 80 taladros de 1.30 m. en promedio, por cada máquina y en ocho horas de trabajo. El inconveniente que estas máquinas presentan, consiste en la atmósfera polvorienta que forman, pues la eliminación del detritus de la perforación, la verifican por el centro del barreno, que al efecto es hueco según su eje, admitiéndose una corriente de aire comprimido que arrastra consigo el detritus.

También se emplearon con buen éxito las maquinitas que son especiales para carbón, del tipo "Stoping machine", pero han sido desplazadas por las "Jack Hammer" que son adaptables á toda clase de explotaciones mineras.

El aire comprimido es suministrado desde la superficie por una compresora de la casa Nordberg C°, y por otra más pequeña de la Ingersol C°, que sólo entra en funciones cuando las necesidades lo requieren.

El trasporte y la extracción

El carbón procedente de los tajeos, no siempre es conducido á los carros que circulan en los "gun ways" por medio de labor manual, tal como lo dijimos antes. Cuando las fuentes de producción se encuentran un tanto alojadas, es frecuente el uso de pequeñas maquinitas tractoras accionadas por aire comprimido, cuyo pequeño peso y volumen les permiten cambiar constante-

mente de emplazamiento, á medida que las operaciones de arranque van avanzando. Dichos motorcitos manejan con facilidad carros hasta de una tonelada de capacidad, los que vacian su contenido en tolvas construídas sobre las galerías principales, de donde el carbón es tomado por otros carros de mayor capacidad accionados generalmente por fuerza animal. Sin embargo, considerando el enorme desarrollo que la generalidad de estos "gun ways" ha alcanzado, el que suma en ciertos casos algunos kilómetros de vía subterránea, se ha ensayado con todo éxito el uso del "cable flotante" (endless rope), que sustituye con ventaja la tracción animal, sin presentar sus inconvenientes. Por este medio y el de las "winchas" auxiliares, se verifican los transportes en los niveles principales, quedando reducida la labor de las mulas, á prestar servicios secundarios.

El cable flotante ensayado con tan buenos resultados ha sido instalado en el nivel más bajo de la mina, conocido con el nombre de Túnel de Chontas; á dicha galería que se encuentra perforada en roca concurre todo el carbón procedente de las labores superiores á cuyo efecto se ha construído un "Shoot", también en roca, que pasa por debajo de las galerías, con las cuales conecta. El "Shoot" se termina en una tolva con su respectiva compuerta.

El cable sin fin se mueve incesantemente, por acción de un motor eléctrico, entre dos poleas colocadas horizontalmente en las extremidades del trayecto á recorrer, y al nivel del piso. Dicho cable está sostenido en todo su trayecto por rodines de madera ó "polines", colocados á distancias convenientes, en el centro de la vía férrea que existe. Un carrito auxiliar ó "madrina" al que van unidos los carros grandes de transportes, tiene un dispositivo especial mediante el cual y haciendo uso de una palanca y un aparato de ajuste, puede agarrarse fuertemente al cable en movimiento, el que arrastra consigo al carrito conductor y éste á los de transporte que le están agregados. Los últimos vacian su contenido en la tolva general de "Chontas" de donde es elevado á la superficie.

Pero como no todo el carbón se extrae por la lumbrera citada, se conservan aún los motores de extracción correspondientes á los planos inclinados conocidos con los nombres de "Winze del H 2", "Pique Chico" y "Pique Grande"; sin embargo, el primero se usa sólo para descender carbón hasta las tolvas del "Shaft", pues el shoot antes referido y el cable sin fin, sólo proveen el transporte de una sección de la mina. El "Pique Chico", ha quedado

reducido en sus operaciones al transporte de material y es sólo el "Pique Grande" el que extrae un poco de carbón del nivel "F" y de los niveles superiores á éste cuya reapertura se ha hecho últimamente con el objeto de extraer el macizo de protección de la última vía citada, que será después abandonada.

Todos los planos inclinados referidos poseen poderosos motores de extracción, accionados por electricidad los dos primeros y á vapor el último. El torno del "Pique Grande" es de doble tambor, dotado de un mecanismo que les permite funcionar acoplados ó independientemente, posee un sistema de seis palancas que aseguran las diversas operaciones entre las que tienen lugar preferente las relativas á la seguridad personal. Su poder es de 200 caballos, suministrados en parte, por una batería de 10 calderos Babcock & Willcox y Allis Chalmers que desarrollan al rededor de 1000 caballos, que se distribuyen además en la compresora de aire y demás servicios de la casa de fuerza. Estos servicios son hoy principalmente verificados por la fuerza eléctrica que viene desde la Oroya.

Al hablar del motor de extracción de la lumbrera de "Chontas", nos vamos á permitir entrar en algunos detalles, pues la maquinaria allí instalada, por su simplicidad, eficiencia y más que nada por su seguridad, es la última palabra en materia de aparatos de extracción, y constituye un síntoma revelador de la evolución que se va operando en los métodos de nuestra explotación minera, que en el caso presente puede parangonarse con la de las naciones más avanzadas en la materia.

La máquina de extracción de "Chontas" consiste en un tambor simple de 7 piés de diámetro, por 6' 4" de ancho, montado en un eje de 12" de diámetro, soportado por chumaceras. Los canales del tambor son hechos para recibir un cable de 1 ⅛" y la espiral que ellos forman tiene un desarrollo suficiente para que la mitad del tambor sea bastante para contener la longitud de cable correspondiente á la profundidad de la lumbrera. Esto permite arrollar en sentido inverso y en el mismo tambor, los dos cables que verifican el servicio, de modo que cuando uno sube, el otro baja, es decir que el "hoist" trabaja siempre "en balancín". El tambor está unido á un motor de inducción de 250 H.P., por un sistema de engranajes y unión flexible que evita sacudidas bruscas, al ponerse el motor en movimiento.

El breque es la parte más ingeniosa del aparato: está hecho de modo que actúe automáticamente al cortarse bruscamente la corriente. Se aplica directamente á uno de los extremos del tam-

bor y tiene zapas de ajuste hechas de madera de 10" de ancho. Su acción se ejerce constantemente por medio de contrapesos de 1600 libras de presión los que actúan sobre el tambor, por medio de palancas y articulaciones. Para mover el tambor es, pues, preciso libertarlo de la acción de esos contrapesos, lo que se consigue del siguiente modo: Cuando se mueve el "controller" del motor, se admite al mismo tiempo corriente eléctrica á un magneto, cuya armadura se levanta, y abre la válvula correspondiente á un pequeño cilindro al que llega aire comprimido. Abierta esta válvula se pone en movimiento el pistón del cilindro y él mueve á su vez una palanca en conexión con la válvula de otro cilindro más grande en el que también se admite aire comprimido con presión suficiente para levantar los contrapesos del breque. Supongamos que, puesto éste ya en libertad, se interrumpa la corriente eléctrica; entonces la armadura de la solenoide cae por acción de la gravedad, se cierran con ello las válvulas de admisión de aire en los cilindros, uno de los que levantó los contrapesos, una vez estos puestos en libertad ajustan la zapata del breque contra el tambor, dejándolo instantáneamente inmóvil.

En las máquinas de extracción, aun las de tipo más moderno ha sido siempre un inconveniente difícil de evitar, el que, ya sea por un descuido del operador ó por la descompostura de algún mecanismo, la jaula vaya á estrellarse contra las poleas del castillo, produciendo una catástrofe. En la que nos ocupa, existen dos dispositivos que evitan de un modo absoluto el que se pueda producir un accidente tal, aun en el caso de un intento deliberado del maquinista, en el sentido contrario. El primero de ellos consiste en la adaptación de un "controller" parecido al que maneja el maquinista, el que está directameate acoplado al eje del torno, del que recibe su movimiento. Este "controller" esta regulado de modo tal que al haber dado un cierto número de revoluciones, superior al necesario para que la jaula llegue á la parte superior del castillo, mueve un registro que actúa sobre el magneto que á su vez mueve el pistón, interrumpe la corriente y hace caer la armadura, lo que ya sabemos significa el ajuste del breque. Pero este "controller" necesita ser regulado, pues su eficacia depende del número exacto de revoluciones del tambor, el que puede tener una ligera variante cuando se usan cables nuevos que se dilatan, lo que requiere un reajuste del aparato.

El otro dispositivo es aun más eficaz y de una gran sencillez. Se reduce á un tope que las jaulas llevan en su parte superior, tope que interrumpe el circuito eléctrico general, en caso de que la

jaula suba más allá del sitio á que deba hacerlo. Con este objeto se hace pasar el circuito por el castillo y se le adapta un cambio que es el que mueve el tope de la jaula, en el caso de que este llegue hasta el lugar en que está instalado: Cortada la corriente, ya se sabe que los breques se ajustan automáticamente y la jaula se detiene en el acto.

Al extremo del cable de extracción va unida, en primer lugar una jaula que sólo sirve para el tráfico de pasajeros, debajo de este se encuentran los "Skips" ó depósitos para la extracción del carbón, los que tienen una capacidad de 3 ½ toneladas, siendo el peso del conjunto de cerca de 8 toneladas. Los "skips" son de volteo automático y echan su contenido en una tolva colocada lateralmente al castillo. Las jaulas están provistas de paracaídas, que se agarran á las guías de madera de la lumbrera.

El motor eléctrico es trifásico, de velocidad variable á voluntad del operador, quien puede cortar ó conectar las resistencias de que dispone. Es de 250 H.P. de poder, 2300 volts, y dá normalmente 450 revoluciones por minuto. Construído por la General Electric C°., N. Y., U. S. A. El "hoist" es suministro de la casa Nordberg Manufacturing C°, Milwaukee, Wiss., U. S. A.

Operaciones en la superficie

Como se ha visto, las dos vías principales de extracción están constituídas por el plano inclinado llamado "Pique Grande" y por el "Shaft" ó lumbrera de "Chontas"; al término de ambos y ya en la superficie, existen tolvas de capacidad de unas 1000 toneladas aproximadamente. Pero resulta que siendo la localidad de topografía sumamente accidentada, especialmente hacia su lado occidental, la línea férrea que debe transportar el carbón á los lugares de consumo, no ha podido descender hasta los puntos en que las tolvas referidas ubican, creyéndose más conveniente el establecimiento de planos inclinados superficiales que transportan el producto á tolvas situadas en la parte alta del campamento, de donde ya es directamente tomado por los carros del ferrocarril. Estos depósitos, como es de estilo, están divididos en compartimentos que por medio de un "grizzley" establecen la separación del menudo, de los trozos grandes cuyo tamaño inferior es el correspondiente á un puño. Los trozos son después separados de la broza, en una correa sin fin ó "pinking bel", en donde la selección se hace por muchachos situados á lo largo de ella.

Producción de carbón á partir de 1904

El período realmente industrial de la explotación de los yacimientos de "Goyllarisquizga", sólo comienza con el establecimiento del ferrocarril hullero, llevado á efecto por la Compañía Americana. Los datos referentes á su producción que aparecen en las Estadísticas mineras, no consideran sino en globo, en los primeros años, la cantidad producida por la provincia de Pasco, pero como en esos cuadros se ha cuidado de poner en renglones separados las distintas clases de combustibles producidas, aun cuando no se indica su procedencia, puede considerarse que del referente á la hulla, por lo menos una mitad corresponde a "Goyllarisquizga", estando distribuída la otra mitad entre las minas de "Quishuarcancha" y "Vinchuscancha" de las que esta última sobre todo, soportó un periodo de intensa explotación, en la época que precedió á la terminación de la línea férrea que debía determinar el predominio de "Goyllarisquizga" en la producción de carbón del país. Desde 1909, se comenzó á detallar las cantidades de combustible producidas por "Goyllarisquizga" y a estos datos se han agregado, después, otros que permiten apreciar las modificaciones que se han ido operando y cuyo resultado ha sido el de un abaratamiento cada vez más acentuado en el costo de extracción, sin que por ello se haya logrado alcanzar, ni siquiera aproximarse, a un límite racional que permita compensar las cualidades un tanto deficientes del producto explotado, cuando se compara con los carbones de procedencia extranjera más generalmente conocidos en el país.

He aquí el cuadro referente á la producción de "Goyllarisquizga á partir del año 1904:

1904	4.507	Tons.
1905	52.110	,,
1906	60.313	,,
1907	156.523	,,
1908	297.396	,,
1909	294.156	,,
1910	278.744	,,
1911	286.137	,,
1912	254.088	,,
1913	218.243	,,
Van	1.902.217	

Vienen.....	1.902.217
1914	195.309
1915	208.617 Tons.
1916	217.384 ,,
	2.523.527 Tons.

Se nota á partir de 1910 una apreciable disminución en la producción, lo que se debió principalmente al alejamiento cada vez mayor de las fuentes productoras, pues mientras que hasta el año anterior casi todo el carbón procedía de los niveles próximos á la superficie, fué necesario en los subsiguientes, explotar niveles más profundos, acarreando el producto á través de los prolongados planos inclinados que conocemos. En realidad esta circunstancia sólo debió influír en el costo de extracción, por el consiguiente incremento del personal necesario para verificar el recargo de manipulaciones; pero nunca pudo lograrse el aumento de operarios en la proporción requerida por las nuevas exigencias creadas. A partir de 1914, la disminución aun más acentuada que se observa, obedece á la intervención en las operaciones de la Compañía Americana, de la poderosa instalación hidro-eléctrica de La Oroya, la que representa una economía aproximada de 400 toneladas de carbón en 24 horas. Con todo, y conforme se aprecia de la cifra correspondiente al año 1916, la tendencia actual va dirigida al restablecimiento de la producción de los mejores años, exigencia que hoy es posible satisfacer por haber sido entregada al tráfico la nueva vía de extracción que conocemos, la que en conexión con los medios de transporte subterráneo, que implican una mejora, no sólo ha abreviado las operaciones ya complicadas de acarreo del carbón, sino que, como consecuencia de ello, ha hecho disminuir el costo de extracción. Por lo demás, por mucho que sea el carbón extraído, es seguro que siempre encontrará buena aplicación, pues con no poca complacencia se constata el incremento cada vez mayor de la producción de cobre de la Compañía Americana, la que es de esperarse haga figurar en breve al Perú, en lugar prominente entre los países Sud-americanos productores del metal rojo.

Costo de extracción

Las cifras correspondientes á los años anteriores á la apertura del "Shaft de Chontas", pasaron siempre de S. 6 por tonelada. El promedio de varios años fué S|. 6.32, en cuya suma se incluyen no solo los gastos propiamente de explotación del carbón,

sino también aquellos llamados de obra muerta. Se comprende, el efecto, que la ejecución de una obra de la importancia (por ejemplo), de la del tantas veces mencionado pique de "Chontas" tiene que significar un recargo en el costo de extracción; pero al mismo tiempo es de tenerse presente que tales gastos no pueden considerarse como extraordinarios, pues en toda explotación minera que avanza rápidamente, como ocurre en el caso del carbón, no es posible asegurar que las obras que los motivan no han de renovarse. Así, por ejemplo, en el caso de "Goyllarisquizga", la vía original de extracción, llamada Pique Grande, solo tiene hoy una importancia secundaria como tal, la que se encuentra más bien concentrada en la lumbreras de "Chontas". Pero antes de que transcurran muchos años, esta última también perderá su preponderancia y ya se comienza á pensar en la ubicación de la labor de extracción que deberá reemplazarla. A continuación consignamos las cifras relativas al costo de extracción durante el año 1916.

Enero	S|.	4.45
Febrero	,,	3.99
Marzo	,,	4.84
Abril	,,	4.43
Mayo	,,	4.47
Junio	,,	4.42
Julio	,,	4.28
Agosto	,,	4.79
Setiembre	,,	5.49
Octubre	,,	5.10
Noviembre	,,	5.08
Diciembre	,,	4.81

Promedio de los 12 meses........................ S|. 4.69

Los números apuntados anteriormente, sin pecar de exagerados, son sin embargo, susceptibles de un apreciable mejoramiento que de algún tiempo á esta parte se ha venido operando y que es de suponer se acentúe hasta llegar á aproximarse aunque difícilmente á igualar á los de explotaciones más avanzadas en sus métodos, como por ejemplo, las de Estados Unidos y Canadá. En la consecución de este resultado parcialmente favorable han influído no sólo los procedimientos y disposiciones de la explotación actual, sino también la preparación é instrucción práctica del personal obrero, hoy ventajosamente ilustrado en los méto-

dos modernos de trabajo del carbón, que son por su naturaleza esencialmente distintos de los de otras explotaciones mineras. Subsisten, sin embargo, entre otros factores determinantes del costo de extracción, algunos que, como los referentes á materiales importados (maquinarias, tubos, cables, madera, etc.) continuarán pesando indefinidamente, por decirlo así, en el resultado final, ya que el estado de nuestra industria manufacturera no permite prever el día en que nos veamos libertados de esta contribución obligada.

Gasto de madera por tonelada de carbón

De la contribución á la que acabamos de aludir ninguna más odiosa que la relativa á la madera, por lo mismo que el empleo de la de procedencia extrangera envuelve un sarcasmo irritante. Cierto es que nuestros centros mineros (y perdónesenos que insistamos sobre este punto ya tratado), ubican más generalmente en las vecindades de las regiones andinas, en los desiertos parajes llamados "punas", en donde se observa un doloroso contraste entre la abundancia y nobleza de los productos del subsuelo y la pobreza que ofrece la superficie, especialmente en riqueza forestal; pero no menos cierto es que el cualquier otro sitio que no fuera la región de la montaña, nos encontraríamos con la misma deficiencia, la que es nuestro deber subsanar ya que con una labor metódica y sistemada es posible llegar á tan halagador resultado.

En "Goyllarisquizga" un 25 % de los gastos de extracción están representados por la madera, siendo de anotarse que la cantidad correspondiente varía según que la Compañía explotadora pueda ó nó disponer de los eucaliptus de Huancayo, que representan una gran economía en la explotación. En países como Estados Unidos ó el Canadá, los gastos por este concepto, no están ciertamente suprimidos, pero sí reducidos á su más simple expresión. Veamos lo que gastó "Goyllarisquizga" en madera, por cada tonelada de carbón, durante el año de 1916.

Meses	Costo de extracción	Gastado en madera
Enero	S|. 4.45	S|. 1.08
Febrero	,, 3.99	,, 1.16
Marzo	,, 4.84	,, 1.28
Abril	,, 4.43	,, 1.20
Mayo	,, 4.47	,, 1.27
Junio	,, 4.42	,, 1.28

Meses	Costo de extracción		Gastado en madera
Julio................	S|. 4.28	....	S|. 1.13
Agosto............	,, 4.79	....	,, 1.05
Setiembre.........	,, 5.49	....	,, 1.28
Octubre............	,, 5.10	....	,, 1.17
Noviembre........	,, 5.08	....	,, 1.11
Diciembre.........	,, 4.81	....	,, 1.10

Promedio de gasto de madera por tonelada..... S|. 1.17

Costo del coke

El precio del carbón que aparece en el cuadro respectivo, es en realidad, atendido el objeto á que se le dedica, mucho mayor. pues las cifras anteriores corresponden al producto bruto conteniendo fuerte proporcion de cenizas, y que por tal motivo debe ser lavado cuando se le dedica á la fabricación del coke. En esta operación (la del lavado), se pierde hasta un 40 % del peso original del carbón, según sea su grado de pureza, pérdida que corresponde no sólo á la eliminación de las sustancias petrosas que lo acompañan, sino también á las que se experimentan en el proceso mecánico del lavado. Después de éste, el carbón continúa aún con un porcentaje elevado de cenizas ineliminable, lo que depende ya de su naturaleza misma, expresada por las cifras con que dimos á conocer su composición. Es necesario, aún, agregar otro recargo al precio del combustible puesto en el lugar de consumo, consistente en su trasporte en bruto, pues la lavería se encuentra instalada en "Smelter", y no en "Goyilarisquizga", como parecería lo racional. El precio final estará pues constituído por los siguientes sumandos:

Extracción en bruto..............................	S|.	4.69
Trasporte (46 kms. á 1 ½ cts.)............	,,	0.69
Recargo por pérdida de peso en lavado.	,,	3.58
	S|.	8.96

Para obtener una tonelada de coke, se requiere prácticamente dos de carbón, dato que permite apreciar el costo de aquel

producto, inferior a S|. 20 la tonelada, considerando los recargos correspondientes a las manipulaciones de lavado y cokeificación.

La madera empleada en la explotación

Estaría casi fuera de lugar indicar aquí que casi toda la madera usada en la explotación es el pino Oregón que mas generalmente se emplea en todos los trabajos mineros del país, si no fuera porque es conveniente aprovechar la oportunidad para llamar la atención hacia los resultados practicos obtenidos en esta mina, con el uso del eucaliptus, cuyas ventajas, especialmente para el minado del carbón, son manifiestas. Comparados entre sí ambos productos (supuesta la igualdad del precio) a efecto de compulsar el valor intrínseco que cada uno de ellos representa en los servicios mineros, el pino aporta seguramente cierta ventaja respecto del eucaliptus, pero resulta que el primero no existe entre nosotros, y aunque no sería imposible su implantación ya que las condiciones del suelo no le son adversas conforme lo demuestran los raros ejemplares que á manera de adorno se encuentran por algunos lugares, en cambio presenta el inconveniente de su crecimiento lento, al menos si se toma en consideración la rapidez con que lo hace el segundo. La madera de eucaliptus dá resultados realmente deficientes cuando se la emplea en obras de fortificación permanente, pues expuesta á la acción de una atmósfera viciada se corrompe rápidamente, pero en cambio es de un valor y resistencia inestimables en la fortificación pasajera, que es la que demanda mayor consumo de madera en una mina desarrollada. La ventaja aludida depende principalmente de que es posible emplearla cuando ella se encuentra húmeda, lo que incrementa mucho su resistencia.

En Goyllarisquizga se ha empleado durante 1916, la cantidad de 1.695.593 piés cuadrados de madera, lo que representa un gasto de este material de 7,8 piés cuadrados por cada tonelada de carbón extraído. El precio actual del articulo, para la Compañía Americana, es de 15 centavos por pié. Durante dicho año, el empleo de la madera de eucaliptus fué muy limitado, en razón de que las plantaciones de Huancayo comenzaron á agotarse, encontrándose aún muy jóvenes, las verificadas por aquellos agricultores que han comprendido que no hay negocio más fácil y reproductivo que el de sembrar eucaliptus para la industria minera, la que terminará por famiarilizarse con su empleo.

Esta madera se acostumbra vender al peso estando el árbol recien cortado, cobrándose de 40 á 50 centavos por quintal, puesto sobre los carros del ferrocarril en el lugar de embarque. Un tronco de eucaliptus de unos 2.50 m. de largo y de un diámetro de 0.80 m. pesa aproximadamente 15 quintales, luego su valor será de S|. 6 á S|. 8 al que se puede recargar un 15 % por el flete hasta el lugar de consumo. Un tronco igual de pino "Oregón", valdría si se cuadra la madera en él contenida, diez veces aproximadamente lo que el primero. Sin embargo de esto, el eucaliptus no ha llegado aún á reemplazar al pino y la razón ya la hemos dado anteriormente.

Puede estimarse que del total de la madera usada hasta hoy en "Goyllarisquizga" sólo un 10 % ha sido eucaliptus y el 90 % restante pino "Oregón". Además se comenzó á introducir á manera de prueba una especie de abeto muy común en Estados Unidos, cuyo nombre allá es "fir", madera que posee cualidades de orden minero superiores á las del pino. Se le importaba en bruto, esto es, en troncos sin labrar, los que tenian unos 6 m. de largo por un diámetro de 0.60 m. Los resultados obtenidos en los ensayos fueron muy satisfactorios, pues con esa madera se estibaron los lugares de mayor luz, como son las estaciones y galerías de gran amplitud, obteniéndose una estabilidad perfecta.

Personal obrero

El promedio de personal obrero durante el año de 1916, cuyo cuadro ofrecemos en detalle más adelante, fué de 673, de los que 442 trabajaron en la mina diariamente y 231 en el exterior. Entre los primeros se consideran:

Prendedores de tiros, sobrestantes, tuberos, enmaderadores, apuntaladores, caporales, wincheros, bodegueros, conductores de carros, carreros, maquinistas (cortadores y perforadores) y lamperos, existiendo aún personal dedicado á operaciones de menor importancia como aceitadores, cambiadores de carros en las estaciones y cargadores de tiros.

El personal de la superficie, está principalmente constituído por los artesanos, mecáninos y carpinteros, á los que se agregan los operarios que preparan la arena que se emplea en el relleno hidráulico, los de la escojedora de carbón y algunos más distribuídos en las diversas secciones de menor importancia.

En seguida damos el cuadro de las tareas ejecutadas durante el año de 1916, al que agregamos el número de toneladas correspondientes á cada tarea:

Meses	No. de tareas Mina	Exterior	Tons. por c|. tarea en mina	Tons. por c|. tarea en mina y superior
Enero......	14.424	6.110	1.21	0.851
Febrero...	15.280	6.523	1.34	0.946
Marzo.....	17.050	4.434	1.02	0.812
Abril.......	13.108	6.090	1.40	0.957
Mayo......	13.833	6.559	1.40	0.955
Junio.......	13.096	6.826	1.57	0.969
Julio........	11.337	6.347	1.43	0.921
Agosto....	12.900	6.993	1.29	0.864
Setiembre	13.022	7.161	1.29	0.832
Octubre...	13.760	7.483	1.35	0.878
Novbre....	12.309	6.770	1.35	0.874
Dicbre.....	14.045	7.050	1.35	0.902
	164.164	78.346		

Personal técnico y administrativo

El personal directivo está distribuído en diferentes dependencias constituídas por oficinas autónomas en su funcionamiento, entre las que se cuentan:

Las de dos superintendentes generales cuyas funciones ejercen control sobre todas las demás.

La del ingeniero de minas, á cuyo cargo se encuentran principalmente las operaciones topográficas y los proyectos de nuevas instalaciones, cualquiera que sea su carácter. El ingeniero dispone de un auxiliar dibujante que por lo menos debe ser versado en los levantamientos subterráneos á la brújula suspendida, aunque no se le confíe el manejo del teodolito, ni el calculo de coordenadas, los que estan siempre á cargo del ingeniero jefe.

La oficina de Caja y contabilidad general.

Oficina de tiempo, cuyo objeto como su nombre lo indica es llevar día a día el estado de la cuenta de cada persona que trabaja para la Compañía. Como el trabajo en la mina es durante las 24 horas del día, los empleados que toman el tiempo, son tambien de día y de noche.

La oficina de Bodegas, la que tiene depósito tanto en la superficie como en cada uno de los niveles en trabajo de la mina. Los almacenes del interior están instalados en locales amplios y bien ventilados, alumbrados por electricidad.

Los departamentos de mecanica, carpintería y electricidad tienen sus respectivos jefes, a cargo del personal mas numeroso, que trabaja en la superficie.

Finalmente existen dependencias de menor importancia, como son las referentes al departamento de hoteles, el de Campamento para operarios, el de guardianes y policía, el de establos, etc. etc.

Salarios

Sería muy difícil poder consignar una cifra exacta referente al salario correspondiente a los diversos grupos de obreros que trabajan para la Compañía Americana, y según sea la clase de labor que realizan. Las variaciones que se notan al respecto dependen en mucho de las leyes de la oferta y la demanda; pero puede, sin embargo, decirse que á pesar de que los jornales se han visto mejorados en los últimos años, ello no obedece á falta alguna de personal obrero, sino entre otras causas al hecho de que aquel se ha ido ofreciendo en condiciones cada vez más perfeccionadas de preparación, lo que viene á significar en definitiva un mayor rendimiento que compensa ó justifica el aumento de salario. Con todo, en "Goyllarisquizga" ocurre lo que en todas partes del mundo en que se trabajan minas de carbón, esto es, que a igualdad de trabajo mecánico, el bracero de estas últimas está siempre menos bien remunerado que el de las minas metálicas. El carbón es en efecto, una sustancia de escaso valor comercial, que hay que ofrecer al consumidor á un precio ínfimo, condición que generalmente sería muy difícil de alcanzar si los salarios no fueran bajos á su vez.

La primera cifra que podemos ofrecer respecto de salarios es la referente a dos grupos, formado el primero por el elemento puramente nacional, que representa algo mas del 95 % del total; y el segundo por el de los extranjeros, entre los que figuran: americanos, ingleses, alemanes, italianos, españoles, suecos y daneses. El promedio del salario para los primeros oscila entre S|. 2.25 y S|. 2.50 al día; y para los segundos entre S|. 9 y S|. 11. Debe repararse en que lo reducido de las primeras cifras proviene de que entre el personal peruano están incluídos, como es natural, los numerosos braceros de la mina y el exterior que ganan el jornal

mínimo y á cuyas funciones no se dedican nunca los extranjeros, los que por regla general vienen contratados para desempeñar cargos de oficinistas, siempre muy bien remunerados, ó para ser "capitanes" de la mina, aun cuando en éste como en los anteriores casos, tiene fuerte cabida el personal nacional. Existen, en efecto, oficinas de importancia como son las de Ingenieros, la "de tiempo" y de Bodegas, íntegramente desempeñadas en sus labores, por peruanos. El alto jornal del grupo de extranjeros proviene, pues, de que ellos son pocos, y de que desempeñan siempre puestos de jefes.

A continuación consignamos los jornales correspondientes á las diversas labores y que se refieren á un tiempo de 9 horas, que es el establecido para cada jornada.

En la mina: Enmaderadores: S|. 3 á S|.5—Ayudante de enmaderador, S|. 2 á S|. 3—Sobrestantes, S|. 4—Caporales, S|. 3—Wincheros S|. 3 a S|. 3.50—Perforadores ó cortadores S|. 2.50 á S| 3—Bodegueros, S|. 2.75 — Bomberos, S|. 2.75 — Tuberos S|. 2 a S|. 3—Prendedores de tiros, S|. 2.50—Carreros y cambiadores de carros, S|. 2 a S|. 2.25 -Apuntaladores, S|. 2—Polideros y enrieladores, S|. 2 á S|. 2.50—Lamperos. S|. 1.40 á S|. 1.70.

En la superficie: Wincheros y compresoristas, S|. 1 por cada hora—Mecánicos torneros, S|. 8—Herreros S|. 2.50 a S|. 5.25—Caldereros, S|. 3.25 a S|. 7—Carpinteros, S|. 5 a S|. 6.50—Ayudantes de carpintero, S|. 3.50—Fogoneros. S|. 3—Tuberos, S|. 2 a S|. 3—Bomberos, S|. 3.50—Timbreros S|. 2.25—Muleros. S|. 2.25—Ayudantes de electricistas, S|. 3.50—Lamperos, S|. 1.20—Muchachos de la escojedora, S|. 0.60 a S|. 1.20.

La fuerza y su costo

Hasta antes de la instalación de la planta hidro-eléctrica de La Oroya, la fuerza empleada en los diversos servicios de Goyllarisquizga, era producida por una serie de doce calderos Babcock & Willcox y Allis Chalmers, capaces de desarrollar en total una fuerza aproximada de 1200 H. P:, cantidad que resultaba notoriamente deficiente. El consumo de carbón de estos calderos era de unas 100 toneladas cada 24 horas, lo que ya representaba un gasto de S|. 469. en el tiempo indicado; á ello había que agregar los correspondientes á tres guardias (8 horas cada una) de sobrestantes, fogoneros y ceniceros, lo que hacía subir la cifra anterior hasta S|, 500 por cada turno de 24 horas. Resultaba asi

un gasto mensual no menor de S|. 10.000, para los 1200 caballos de vapor producidos, lo que significaba un desembolso de S|. 12.50 por caballo y por mes.

Con el empleo de la fuerza electrica de La Oroya, "Goyllarisquizga" dispone de 1400 H. P., pues las necesidades de la mina á este respecto se encuentran incrementadas con la apertura de la lumbrera de "Chontas" que ella sola consume 250 H. P. Se conservó, sin embargo, 200 H. P. á vapor, para accionar el "hoist" del Pique Grande, que no se creyó conveniente electrizar, y de ese modo quedaron bien abastecidas las necesidades de la explotación con un total de 1600 H. P.

La Oroya transmite 1400 H. P., á través de una distancia de 160 kilómetros aproximadamente. La fuerza electromotriz de los conductores es de 48.500 volts, los que son reducidos en la sub-estación de trasformadores á un voltaje de 2300, que es la fuerza electromotriz de los conductores que salen de la citada sub-estación y que van dirigidos á otros trasformadores más pequeños en donde el voltaje es aún más reducido, en conformidad con las necesidades de los distintos servicios. Dichos voltajes mas generales son:

440 para los motores en general, como son el hoist de "Chontas", el winze del nivel H 2 de la mina, el motor de la compresora, el de los cables flotantes, etc. etc.

220 para el alumbrado de la mina.

110 para el alumbrado del campamento é interior de las casas.

El costo del caballo-vapor comprando la fuerza a La Oroya, no ha disminuído sensiblemente respecto del antiguo servicio, pero ello se debe á que la casa de transformadores en "Goyllarisquizga" ha sufrido numerosas interrupciones especialmente en la época de tempestades que han originado serios trastornos. Sin embargo, la situación á este respecto tiende cada vez más, á normalizarse y es seguro que para entonces el costo del caballo de fuerza al mes, no excederá de S|. 5.00, pagando, desde luego, lo que Oroya cobra por tal concepto. Las cifras siguientes lo hacen esperar así, y por ellas se pueden ver las ocasiones en que ha habido alguna interrupción, que ha originado fuertes gastos por reparaciones á los que fué preciso agregar los representados por el servicio extraordinario á vapor:

Meses	Costo del caballo-vapor	
Enero..................	S/.	10.00
Febrero..............	,,	9.00
Marzo................	,,	10.00
Abril..................	,,	15.00
Mayo.................	,,	7.00
Junio..................	,,	7.00
Julio....................	,,	6.00
Agosto................	,,	6.00
Setiembre...........	,,	22.00
Octubre..............	,,	10.00
Noviembre..........	,,	6.00
Diciembre...........	,,	6.00

Promedio en los 12 meses del año.............. S/. 9.50

El material eléctrico usado por la Compañía es suministrado por la General Electric Cº.—U. S. A.

Gastos de explosivos

En el párrafo referente á la "Seguridad en la mina", de que nos ocupamos en seguida, aludimos a las disposiciones dictadas por el Supremo Gobierno para restringir en lo posible el uso de explosivos, pues se consideró con todo fundamento, que la causa principal si no única de las explosiones subterráneas que se produjeron años atrás y que tan dolorosos recuerdos dejaron, estuvo en el abuso que antes se cometía de explosivos, no sólo de calidad inconveniente para el trabajo del carbón, sino también en cantidad por demás exagerada. Estas disposiciones gubernativas fueron también benéficas, como ya lo hemos dicho, para los intereses de la Compañía explotadora, pues la restricción referida, sin afectar el costo de los avances, importa por lo demás una apreciable disminución en el costo de extracción.

Se gastan más ó menos en Goyllarisquizga, cada 24 horas, 12 cajones de dinamita de la marca "Monobel Nº 2" cuyas cualidades como explosivo de seguridad, han resultado muy satisfactorias. En realidad, este gasto puede variar mucho, según sea

que en la mina se dedique mas atención á los "tajeos" ó á las labores de avance.

Ponemos en seguida las cifras referentes al desembolso mensual por explosivos, durante 1916, y la manera como este renglón influyó en el costo de extracción de la tonelada de carbón.

Meses	Gastado en explosivos		Por tonelada	
Enero............	Lp.	720.0.00	S|.	0,041
Febrero...... ...	,,	760.0.00	,,	0,037
Marzo...........	,,	790.0.00	,,	0,046
Abril	,.	700.0.00	,,	0,038
Mayo	,.	820.0.00	,,	0,047
Junio	,,	950.0.00	,,	0,048
Julio	.,	810.0.00	,.	0,049
Agosto	,,	1010.0.00	,.	0,058
Setiembre... ..	,,	900.0.00	,,	0,033
Octubre	,,	1000.0.00	.,	0,053
Noviembre......	,,	930.0.00	,,	0,055
Diciembre	,,	980.0.00	,,	0,051
(cifras en libras peruanas)			Lp.	0,576

IV

LA SEGURIDAD EN LA MINA

El nombre de "Goyllarisquizga" adquirió en los primeros años de su explotación intensiva, una reputación de triste celebridad, debido al número extraordinariamente crecido de víctimas que ocasionaba la extracción del carbón. Se trataba, en efecto, de implantar en el país una industria con métodos enteramente desconocidos, pues aun cuando nadie ignora el origen remoto de la explotación de nuestras minas en general, no menos sabido es que en el programa de las empresas explotadoras del subsuelo nunca tuvo cabida el trabajo, en grande escala, del carbón, por no requerirlo así la naturaleza ó intensidad de las operaciones practicadas por aquellas. Por lo demás, la reacción operada en el campo de nuestra minería á partir del año 1898, nos encontró insuficientemente preparados en lo que respecta á reglamentacion

del trabajo subterráneo, como distamos mucho de estar hoy mismo, para que la introducción de los métodos modernos de minado, dejaran de producir las funestas consecuencias que, con relación á la seguridad personal, se lamentan día á día.

Desde luego necesitamos con urgencia suplir la deficiencia—que mejor podríamos llamar carencia—de nuestros reglamentos, dictando disposiciones más en armonía con el carácter de la época y que respondan mejor á las necesidades creadas por los métodos modernos de trabajo, que no por servirse de procedimientos que la técnica recomienda como más eficaces, dejan por eso de adaptarse menos á los dictados de humanidad. Necesitamos también, y este es un asunto de una importancia trascendental, ocuparnos de resolver el problema, hasta hoy no insinuado siquiera, referente á la instrucción del personal obrero en lo que hace a los peligros de las vastas explotaciones, por cuya deficiencia se produce la gran mayoría de los accidentes aislados de las minas. Con dicha instrucción se debe dar á los obreros el conocimiento exacto de sus derechos para evitar en ellos la sumisión—ó mejor resignación—para obedecer órdenes tal vez inconsultamente dictadas, y que pueden envolver en sí un peligro inminente.

La dación en el año 1901 de nuestro Código de Minería y de los Reglamentos anexos, señala una época de reacción en el campo de nuestra legislación minera. Ella se acentuó aun más, poco tiempo después con la creación del Cuerpo de Ingenieros de Minas, que es una institución á que corresponde lugar preferente entre las más útiles de la Nación. Dicho Cuerpo no solo debía desarrollar el vasto programa referente á los estudios de los recursos minerales del país, sino que emprendió la obra nunca suficientemente aplaudida, del levantamiento de los planos catastrales de los centros de mayor importancia, pudiendo haberse encomendado á sus personeros, como labor anexa, el encargo de vigilar por el cumplimiento de las disposiciones referentes á policía minera. Con tal propósito se tenía el proyecto en que debe meditarse nuevamente, de hacer dependientes del Cuerpo, á las delegaciones de Minería, por lo menos de aquellas que estaban asesoradas por peritos que al mismo tiempo eran miembros de las Comisiones de Ingenieros salidas de su seno. Así se habría conseguido evidentemente, la homogeneidad en aquel cuerpo técnico, una de cuyas funciones principales hubiera consistido en la vigilancia constante de los trabajos subterráneos, con el objeto de velar por la salud y vida de los mineros. Pero los entusiasmos del primer mo-

mento, tuvieron bien pronto su época de decadencia y los ideales de entonces no sólo no llegaron á ser ejecutados, sino que ni siquiera se reparó en los beneficios que la reforma insuficientemente establecida aún, comenzaba á producir y se decretó súbitamente, invocándose razones de economía que en ciertas oportunidades han constituído un recurso bastante á la mano, la supresión de los servicios técnicos que, dicho sea de paso, nunca constituyeron una carga pesada para el Estado. El Cuerpo quedó así, reducido por la cercenación de su presupuesto, a verificar los servicios mas premiosos, en conformidad con los objetos de su creación, siendo de felicitarse, después de todo, que haya llegado con vida hasta una época en que hombres mas concientes de las importantes funciones que realiza, se propongan tonificarlo, como ha comenzado á suceder, haciéndolo el órgano mas importante en la evolución que todos deseamos ver operada en el campo de nuestra minería. Con las viscisitudes de entonces, volvieron las Delegaciones de Mineria —salvo pocas excepciones—, a manos de los empíricos é igual cosa ocurrió con los peritos adjuntos a esas oficinas, los que no teniendo, en el desempeño de sus funciones, mas estímulo que el proveniente de la percepción de derechos correspondientes á sus actuaciones, descuidaron aquelas atenciones por las que no recibían retribución alguna, exigiéndoles en cambio no pocas molestias y labor material.

La reforma á que antes nos hemos referido en nuestra legislación, es evidentemente muy necesaria, pero poco habremos ganado con ella, si al mismo tiempo no se encarga a determinados funcionarios de velar, bajo responsabilidad, por la ejecución de las nuevas disposiciones. Dichos funcionarios deben, naturalmente ser restribuidos por los servicios que presten y esto en proporción tal que pueda dar margen a exigir gran dedicación al encargo que reciben. El funcionamiento de Delegaciones de Minería *ad honorem*, constituye una anomalía que es urgente remediar, si se desea la observancia de los Reglamentos de policía minera. No son, en efecto, del todo raras las disposiciones contenidas en resoluciones supremas, acerca de seguridad en las minas, que salvo las dictadas especialmente para Goyllarisquizga, han sido enteramente olvidadas y tal vez si hasta permanecen ignoradas por algunos de los funcionarios encargados de cuidar por su ejecución.

Volviendo a "Goyllarisquizga", debemos recordar que la iniciación de los trabajos en vasta escala, lo que, á juzgar por los

datos referentes a la producción, tuvo lugar en el año 1907, no sugirió la idea de que pudieran originarse catástrofes de consideración, como las que ocurren en todas las explotaciones carboníferas del mundo entero. Se tenía, en efecto, el prejuicio de que la mina no era peligrosa, por cuanto los expertos que habían trabajado en otros centros, proclamaban dogmáticamente que no era grisutosa, olvidando lamentablemente las palabras del eminente profesor Sir Clement Le Neve Foster, quien en su interesante manual "The investigation of mine air", declara que "no hay mina de carbón absolutamente libre de metano", y que "el metano y el polvo de carbón cooperan en la producción de explosiones". Sin embargo, la idea de la seguridad de la mina se encontraba bastante generalizada, y en conformidad con ella se empleaban los métodos más imprudentes de trabajo, siéndonos suficiente, para dar idea de ello, con manifestar que se usaba libremente la dinamita de fuerza explosiva máxima, disparada desordenadamente á cualquiera hora por medio de las "guías" corrientemente empleadas con tal objeto. Fué preciso que la dolorosa realidad viniera á poner de manifiesto la inconveniencia de esos procedimientos y á convencer á los explotadores de que no hay mina de carbón por benigna que se la suponga que se encuentre exceuta de peligros de explosiones, produciéndose el 23 de enero de 1910, la primera catástrofe de esta naturaleza que costó la vida á algunas decenas de personas. Pocos días después dictó el Supremo Gobierno dos resoluciones, una de ellas de carácter especial para las minas de carbón, y la otra de índole más general, fijando las condiciones á que debían sujetarse las explotaciones mineras, cualquiera que fuera la naturaleza de la sustancia explotada.

La expedición de estas dos resoluciones marca, después de la dación del Reglamento de Policía Minera, el primer paso dado por nuestra legislación tendente á resguardar la salud y vida de los mineros, pero para obtener este resultado, que sólo constituía un ensayo tímido, fué preciso que un suceso desgraciado lo exigiera, siendo así que ambas resoluciones no vinieron á ser sino una copia extractada y mal disimulada de Reglamentos propuestos con mucha anterioridad (1905), y que corren insertos en el Boletín N° 30 del Cuerpo de Ingenieros de Minas. Sólo que los citados Reglamentos proponían la creación de Inspectores á cuyo cargo debía estar el cuidado de la ejecución de sus disposiciones, y al hacer la copia de ellos, naturalmente, se olvidó á los referidos Inspectores, quienes á la sazón pudieron muy bien haber sido

uno ó mas de los miembros de las Comisiones de Ingenieros establecidas en los principales centros mineros. La prueba de nuestra aserción a cerca de la poca ó ninguna eficacia de las ordenanzas sobre la seguridad en las minas, por buenas que ellas quieran ser y cuando no se nombra al mismo tiempo á una persona suficientemente capacitada para hacerlas observar, estuvo bien pronto suministrada por la repetición de la explosión, seis meses después de ocurrida la primera, esto es en 10 de agosto de 1910; pero esta vez los caracteres del accidente asumieron tal proporción, especialmente en lo referente al número de víctimas que se produjo no sólo una consternación justificada y general, sino también el propósito de los obreros de no penetrar nuevamente á la mina por efecto del pánico que naturalmente inspiró como mortífera.

El Supremo Gobierno se preocupó entonces, de estudiar con más detención el origen de estos accidentes, y de tomar las medidas conducentes á conjurarlos, y asesorado por una Comisión técnica especial expidió en 26 de agosto del mismo año, una resolución suprema, muy bien meditada por conformarse con las exigencias y conocimientos actuales acerca de las seguridades en el minado del carbón. Se comprendió al fin que la presencia permanente de un Inspector del Gobierno en la mina era de todo punto necesaria, y se complementó esta medida, ordenando la observancia de los preceptos y reglas que rigen en todos los países del mundo y que han llegado á vulgarizarse hasta constituír una especie de código del minero de carbón. Desde entonces "Goyllarisquizga" se ha reivindicado de la triste fama que había adquido, pues la labor verificada, que puede calificarse como saneamiento, la coloca en primer lugar entre las menos mortíferas de las minas de todo el país, por lo menos teniendo en cuenta los enormes tonelajes de productos extraídos.

La creación de la primera inspección de minas en el Perú, de conformidad con el artículo 6º del Reglamento de Policía Minera, estuvo rodeada de no pocas resistencias y prejuicios por parte de la Compañía explotadora, lo que hizo que el inspector actuara en un principio en un ambiente enteramente hostil, sin que se comprendiera que su misión era más bien de salud para los intereses mismos de aquella, pues al evitarse la repetición de hechos luctuosos, como los acabados de producirse, se economizaba el desembolso considerable de sumas que significaba cada explosión, á los que se agregaban los perjuicios no menores, provenientes por la paralización de producción de carbón.

Veamos ahora las principales exigencias de la citada resolución suprema, la manera como ella ha sido observada, y las modificaciones que ha experimentado á instancias de la Cerro de Pasco Mining Co.

Se dispuso primeramente que los Directores técnicos y responsables de la explotación, fueran ingenieros de minas titulados. La Compañia ha cumplido esta disposición teniendo siempre á su lado á un ingeniero de minas, generalmente peruano, y titulado en nuestra Escuela de Lima, pero en lo que respecta á la dirección general ó superintendencia, confía más en tener al frente de ese puesto á un técnico que sin conocer mucho de las diversas especialidades que se enseñan en Instituto como el nuestro, posea en cambio sólidos conocimientos en el trabajo del carbón, acreditados con muchos años de experiencia, y que posea antes que nada una gran práctica en la especialidad del carbón.

Uno de los mandatos de mayor importancia contenidos en la resolución (y del que ya nos hemos ocupado incidentalmente antes), es el contenido en su cláusula D, por el que se ordenó sustituír el sistema de trabajo denominado "shootig off the solid", por el "undercutting" empleando máquinas cortadoras. Creemos sin reservas de ninguna clase que el origen de las explosiones subterráneas en "Goyilarisquizga" obedeció á una de las tres siguientes causas primarias ó á todas ellas combinadas:

1°—Al empleo inmoderado de explosivos;

2°—A que estos no fueron nunca de seguridad; y

3°—A la falta de riego de los frontones ó lugares en que se verificaban los disparos.

Importaba, pues, restringir el empleo de explosivos, y con gran previsión y conocimiento de la materia, la Dirección del Cuerpo de Minas que tuvo intervención principalísima en la confección de este Reglamento, dispuso la introducción de las máquinas cortadoras. Estas, como ya lo hemos dicho, sólo difieren de las perforadoras, en que tienen un dispositivo que les permite un movimiento oscilatorio al rededor de la columna que las soporta. Su función es, pues, la de practicar un corte ó entalla horizontal, en el frontón de trabajo, el que puede tener hasta 1 m. de profundidad. Se agregan dos taladros, uno en la parte superior del corte y otro en la inferior y sin más que la ayuda de ellos se consigue un avance de 1 m. ó más por cada 12 horas. El avance puede duplicarse y con ello la extracción de carbón, si las circunstancias lo requieren.

La Compañía Americana comprendió bien pronto la conve-

niencia de adoptar este método de trabajo y como quiera que la práctica ha confirmado la excelencia de sus resultados, las máquinas cortadoras han quedado definitivamente establecidas en "Goyllarisquizga".

El número de tiros que se disparan en cada guardia, ha quedado desde entonces reducido á una cifra que varía entre 300 y 400 y así se comprende el insignificante gasto que se hace de explosivos, cuando éste era antes 3 ó 4 veces mayor.

La cláusula E, dispuso la provisión abundante de agua en la mina y el riego completo de las paredes, techos y pisos de las galerías. El regado del polvo de carbón es una medida elemental adoptada en toda mina seca, como lo es en grado sumo la de "Goyllarisquizga", y existen aquí órdenes terminantes para que no se dispare en aquellos frontones en q' el regado haya sido insuficiente. Con el objeto de regar abundantemente, la mina dispone de una red apropiada de tubos que se bifurcan por sus más alejados compartimentos y satisfacen la necesidad más premiosa que puede existir en una mina, cual es la de hacer guerra al polvo de carbón que resulta un elemento tan temible como el grisú mismo.

Entre las medidas más recomendadas para evitar la propagación de explosiones, una vez producidas estas, figura la relativa al empleo de polvos incombustibles, colocados en repisas en el techo de las galerías, los que al ser sacudidos por el movimiento vibratorio que precede á la onda explosiva, incorporan á la atmósfera de la mina un elemento contrario á la propagación de la primera por la formación de una especie de cortina incombustible. La eficacia de esta medida, ordenada por uno de los artículos de la Resolución examinada, no ha podido comprobarse en "Goyllarisquizga", pues aun cuando en diversas oportunidades, se han iniciado algunas explosiones, éstas nunca se propagaron más allá de unos 25 ó 30 m. del punto en que se originaron, debido principalmente á que las galerías estuvieron siempre privadas de polvo de carbón.

Las cláusulas anteriores son las que consideramos como de mayor importancia en lo que respecta á la seguridad colectiva de la mina, estando en condiciones de poder afirmar, debido á los años de práctica, que mientras ellas sean fielmente observadas, se habrá restringido el riesgo de explosiones tanto como ello es posible.

La tantas veces citada resolución suprema, sólo recomendaba el uso de lámparas de seguridad, cuyo empleo es sólo obliga-

torio para el personal de prendedores de tiros. En realidad una exigencia acerca del uso de tales lámparas, no se encontraba suficientemente justificado, pues "Goyllarisquizga" se encuentra prácticamente privada de gases explosivos, tal vez si debido á la ventilación abundante de que dispone.

Muchas otras cláusulas completan, entre las de carácter preventivo, las disposiciones fundamentales anteriores; pero todas ellas se refieren á detalles que sólo tienen una importancia secundaria comparada con la de las primeras. Por los artículos siguientes (I), se dispuso que las cuadrillas de trabajo salieran de la mina antes de hacerse los disparos, operación que debía estar encomendada á personal competente y único (art. J), los que además debían operar usando baterías, desde la superficie, una vez distribuídos los alambres conductores por toda la mina. La detonación de los tiros debía así ser simultánea y bien pronto se vió que ello era inconveniente, por los estragos que producía en el interior la acción de fuerzas mecánicas combinadas, ademas de otros riesgos fáciles de comprender. Entonces se nombró una comisión encargada de estudiar la conveniencia de usar baterías de mano, las que debían ser manejadas en el interior de la mina, disparándose frontón por frontón. Esta comisión dictaminó favorablemente a la medida propuesta, lo que motivó la resolución de 29 de setiembre de 1911 que la sancionó.

Son también dignas de mencionarse dos cláusulas más que no obstante de no haber encontrado extensa aplicación en la practica, son de importancia no menor a la de las ya examinadas. La primera se refiere al análisis del aire de la mina por lo menos una vez cada semana (Resolución de 25 de noviembre de 1910), y la otra es la contenida en el artículo P de la Resolución de 26 de agosto del mismo año, disponiendo que la Cerro de Pasco Mining C?, tenga siempre dos cuadrillas de salvamento provistas de todo el utilaje necesario a su objeto.

Con respecto al primer punto debemos decir que la Empresa ha obedecido la disposición a que se refiere, pero los análisis practicados con el aparato Haldane de que dispone, se redujeron siempre a la determinación del metano y que los resultados obtenidos fueron negativos. No por esto creemos que la atmósfera de la mina se encuentre enteramente privada de gases combustibles, y al efecto debemos recordar nuevamente la palabra de Le Neve Foster. Lo real es que siendo muy buena la ventilación natural de que se dispone, esos gases que originariamente deben encontrarse en

proporción ínfima, se encuentran despues grandemente diluídos, hasta el extremo de hacerse imperceptibles. Por lo demás y en lo que respecta á los análisis mismos hechos por los empleados de la Compañía, ellos no merecieron nunca la confianza del inspector de la mina, por la sencilla razón de que los encargados de la operación no tuvieron versación suficiente en el asunto.

Esto nos proporciona la oportunidad de recomendar el aprendizaje en nuestra Escuela de Minas, de los procedimiento de análisis de aires de minas, los que son más bien de carácter rutinario una vez bien comprendidos los principios fundamentales sobre que reposan, así como el mecanismo de los aparatos ideados con tal objeto. Y si nos permitimos hacer la recomendación, es porque creemos que este es un asunto tal vez considerado como trivial y que sin embargo tiene gran importancia, siendo por lo demás muy fácil de dominar en poco tiempo.

Para cumplir con el mandato referente á la organización de una cuadrilla de salvamento, la Cerro de Pasco Mining C°, mandó traer seis aparatos de respiración artificial del sistema "Draeger" y señaló a los "capitanes" de la mina, como á las personas encargadas de penetrar con ellos, á verificar el salvamento, en caso de una explosión. Quienes hayan leído algo de constitución de cuadrillas de salvamento en países como los EE. UU., en donde las catástrofes se producen con alguna frecuencia, comprenderán lo elemental de la organización adoptada aquí y la manera por demás imperfecta como desempeñarían sus funciones las personas designadas como salvadores. Producida una explosión, es necesario encomendar la salvación de los accidentados encerrados en la mina, á un personal que posea una abnegación á toda prueba y que además esté suficientemente instruído en la labor que realiza y del uso de los aparatos que maneja. En EE. UU. y Canadá, las cuadrillas de salvamento están organizadas de tal manera que sólo se confía el cargo de salvadores á expertos en este oficio, el que por otra parte, sólo es posible desempeñar después de haber probado satisfactoriamente que se poseen aptitudes y conocimientos para ello. Así las cuadrillas que poseen título suficiente para desempeñar esta humanitaria labor, se encuentran distribuídas por los centros mineros de más importancia y están siempre listas a constituírse en los lugares en donde ocurran desastres, ya que la rapidez de los medios de comunicación les permite llegar siempre con oportunidad.

En "Goyllarisquizga", naturalmente las cosas tienen lugar de una manera muy distinta. Los aparatos adquiridos hace siete

años resultan en la actualidad de un tipo un tanto anticuado; las enseñanzas de la guerra actual, en la que ha sido preciso inventar "máscaras" contra los gases asfixiantes, han permitido mejorar los aparatos de respiración artificial llamados a emplearse en las minas. Con todo, tales aparatos continúan siendo mecanismos delicados por lo mismo que no puede evitarse la necesidad de llevar a la espalda la provisión de oxígeno necesario á la respiración, elemento que estando encerrado en botellas de acero á presión de 120 atmósferas ó mas, es necesario difundir á la presión ambiente, por medio de válvulas (el aparato "detenteur"), cuya interrupción mientras están en funciones, puede agregar una víctima más a las ya producidas por la catástrofe.

Los aparatos "Draeger" que hay en "Goyllarisquizga" han sido usados en una que otra oportudidad para penetrar en el fuego que hay en la mina, y al que hemos dedicado algunas palabras; en esas oportunidades funcionaron correctamente, pero la falta de trabajo frecuente los hace cada vez menos eficaces, sin que esto pueda ser evitado, pues ello depende, entre otras cosas, de que las numerosas piezas de caucho de que están provistos, se resquebrajan por efecto de la sequedad de la atmósfera.

Datos sobre accidentes fatales

Para terminar con este tema, vamos á consignar las cifras relativas á accidentes del trabajo ocurridos desde que se lleva la estadística detallada sobre el particular, indicando de paso las causas de los accidentes. Ello nos permitirá apreciar las mejoras que se van operando en este terreno.

Los accidentes mineros como los de cualquier otra naturaleza, cuando son originados por el trabajo, son la contribución más cruel y dolorosa impuesta en plena paz a la humanidad, por las necesidades siempre crecientes de la industria y la sed insaciable de progreso. El Perú, con su industria minera aun incipiente, presenta cifras pavorosas en lo que respecta á mortalidad en las minas, pero quienes hayan leído las líneas precedentes, habrán comprendido cuáles son las causas de un hecho tal, y en consecuencia, hacia dónde debemos dirigir nuestros esfuerzos para lograr en lo sucesivo una figuración menos prominente en la lista de los países de tan triste situación. El ensayo,—que como tal puede calificarse,—hecho en "Goyllarisquizga" ha dado resultados alentadores á este respecto y si ellos no han sido aún tan completos como sería de desearse, esto depende del punto ya

enunciado, referente á la instrucción, en su ramo, del personal obrero, asunto sobre el que insistiremos más adelante.

Se acostumbra en EE. UU. al formar la estadística de accidentes fatales, deducir el coeficiente de mortalidad correspondiente á cada millón de toneladas de material útil extraído, y aplicar á cada Estado ó distrito minero un calificativo más ó menos severo, segun sea la magnitud del coeficiente que arroje anualmente. Esto no significa, desde luego, la aceptación de las cifras relativas á mortalidad, pues se comprende que de ellas la única aceptable en esta materia, como en cualquiera otra en que se trate de mortalidad, sería la que expresara la ausencia completa de casos fatales, es decir, en que el coeficiente fuera cero. Pero en la explotación de minas, esta tendencia plausible que es el objeto de un esfuerzo cada vez más intenso de la humanidad en el sentido de su realización, se encuentra aún muy lejos de haber sido alcanzada, por más que de año en año se constaten importantes mejoras sobre el particular. Asi, en EE. UU. ha llegado á calificarse con menos severidad á aquellas explotaciones de carbón que ofrecen sólo un accidente fatal del trabajo por cada 150.000 toneladas de carbón minado.

Si consideramos los primeros años de la explotación de "Goyllarisquizga", la cifra antes referida fué grandemente excedida, y esto sin reparar en que los datos oficiales sólo son aproximados, pues los personeros del Gobierno no constataban sino las desgracias ocurridas *in situ*, sin tomar en cuenta los casos, que eran los más, de operarios heridos en las minas y que poco después iban á morir á los hospitales. Es así que en la primera estadística de accidentes, correspondiente al año 1908, se acusan 40 casos fatales (10 en Goyllarisquizga"), pero se advierte que estos fueron los comprobados oficialmente; estimándose que la cifra real era cuatro veces mayor ó sea 160. De estos, una cuarta parte correspondió á minas de carbón, entre las que Goyllarisquizga tenía una figuración principal, si no única. En dicho año 1908, esta mina produjo cerca de 300.000 toneladas de carbón lo que ya permite apreciar la gran mortalidad que le correspondió. Las cosas no fueron mejor en los dos años subsiguientes, pues aun cuando no se han publicado datos oficiales sobre el particular, es bien sabido que en 1909 los accidentes fatales continuaron siendo tan frecuentes como en el año que le precedió, cuyas cifras conocemos. En 1910 ocurrieron las dos explosiones subterráneas que por sí solas ocasionaron como 100 víctimas.

Si consideramos en globo la cifra correspondiente á los cuatro primeros años del trabajo en gran escala, de Goyllarisquizga, podemos calcular para una extracción de 1.026.821 teneladas de carbón un número de casos fatales no menor de 150, de los que como ya se ha dicho, las dos terceras partes correspondieron á los desastres de 1910. Estos datos no necesitan comentarios.

Con la creación de una inspección de los trabajos de esta mina, se puso remedio á un estado de cosas verdaderamente lastimoso.

Por los datos que consignamos á continuación se verá la manera como la creación de esta dependencia administrativa, ha correspondido al objeto que se tuvo en mira, al hacerlo:

Años	Casos fatales ocurridos	No. de tons. de carbón extraído	Coef. de mortalidad por c|. 100.000 tons
1911	6	286.137	2.09
1912	7	254.088	2.75
1913	6	218,243	2.78
1914	4	195.309	2.04
1915	3	208.617	1.04
1916	5	217.384	2.30

Coeficiente global para los seis años................ 2.24

En el primer semestre del año en curso, se nota un apreciable mejoramiento, pues para más de 100.000 toneladas de carbón producido, solo se ha registrado un caso fatal, el que no fué, por lo demás de caracter propiamente minero, pues se trató de un caso de electrocutación.

En el cuadro anterior no se han tomado en cuenta para conformarse con el principio que rige la formación de estadísticas de esta naturaleza en otros países, los accidentes del trabajo ocurridos en operaciones de la superficie, pero que tienen alguna relación con el trabajo del carbón. El número de estos casos, durante los 6 años considerados fué de seis, lo que elevaría el coeficiente global antes deducido á 2.68 accidentes ocurridos por cada 100.000 tonelanas de carbón minado.

Las causas de los accidentes fueron las siguientes:

Por derrumbes ó desprendimiento de material del techo... 16
Cogidos por carros de trasporte subterráneo........................ 8
Por explosión de tiros... 2

Asfixiados por el ácido carbónico	2
Envenenados por el óxido de carbono	2
Golpe sufrido por una viga de madera	1
Total	31

En la superficie:

Cogidos por los carros funiculares	4
Cogido por el tren de patio	1
Caído de altura	1
Total	6

Veamos, ahora, para poder establecer una comparación, cómo ocurren las cosas en los Estados Unidos, que es el país que se puede tomar como tipo en lo que respecta á sus preocupaciones por la seguridad en el trabajo de las minas. Para ello reproducimos á continuación un apunte de crónica que hemos visto aparecer en uno de los números del "Coal Age" del presente año. Se titula: "Pocas desgracias durante el año 1916" y dice así:

"Con un accidente fatal por cada 269.000 toneladas de carbón extraído, se ha batido un nuevo y bajo "record" en el año de 1916. En 1915 el resultado fué de un caso para cada 234.000 toneladas; por consiguiente las desgracias en 1916 fueron 2 % menos que las de 1915, en cuyo año se batió el más bajo record desde 1898. Las cifras completas fueron compiladas por Albert H. Fay, jefe de estadística del Bureau of Mines. De sus cuadros aparece que 2.208 personas fueron muertas en operaciones de minado de carbon, durante el año pasado, sin que se conozcan aún las cifras correspondientes al Estado de Kentucky, por los meses de noviembre y diciembre. Se sabe, sin embargo, que no ocurrieron desastres en ese Estado, en esos meses, pero es posible que algunos casos aislados hayan ocurrido, lo que aunmentará ligeramente el total, sin influír sensiblemente en el porcentaje.

"Expresado de otro modo se puede decir que hubo 3.72 personas muertas por millón de toneladas de carbón minado, en 1916, y que esa cifra fué 4.27 en 1915. Comparando la estadística de los tres últimos años, se nota la rara coincidencia de que se han registrado 11 desastres de minas en cada uno de ellos.

Los correspondientes al año 1916 ocasionaron relativamente pocas víctimas, siendo de 30 el número correspondiente al mayor de ellos.

"En la reducción del coeficiente de mortalidad han intervenido, dice Mr. Fay, poderosas causas á saber: el deseo de ofrecer más cómodas primas de seguros; las influencias de las leyes de compensación, la creciente vigilancia de los inspectores, *y una más amplia difusión de los conocimientos de las prácticas relativas á la seguridad*, las que son llevadas adelante, en una creciente escala, por el Bureau of Mines".

La comparación no puede, sin embargo, establecerse sino á título de curiosidad y con grave detrimento del lado representado por nuestra industria carbonífera, pues nada más ilógico que pretender parangonar en éste, como en el cualquier otro terreno á dos países que representan, por decirlo así, polos opuestos en materia de organización y adelanto industrial. Al poner unas cifras al frente de las otras, hemos deseado más que nada, dar á conocer el grado de perfección que se ha alcanzado en el país que hemos tomado como ejemplo, y que nosotros debemos esforzarnos por alcanzar. Más impropio aún resulta el parangón, si nos referimos á la circunstancia de que en el país del Norte son innumerables las minas de carbón que se trabajan, muchas de las que no son absolutamente peligrosas. Entre nosotros puede decirse que sólo hay una explotación carbonífera en gran escala, cuyas condiciones naturales de peligro no son seguramente menores á las ofrecidas por el conjunto de las primeras. No importa que "Goyllarisquizga" no contenga gases explosivos en proporción tal que signifique el riesgo inminente de explosiones (en cuyo caso estas se producirían continuamente, haciendo imposible el trabajo); dichos riesgos no están por eso suprimidos, como bien lo manifiestan los casos de 1910. En cambio la mina reune otras desventajas como son las referentes á las potencias de las capas, su separación, la gran deleznabilidad del terreno encajonante y otras más que la hacen esencialmente insegura.

Debemos, finalmente, llamar la atencion hacia las palabras de Mr. Fay, cuando se refiere á las causas que, en su concepto influyeron poderosamente en la consecución de los resultados halagadores obtenidos en EE. UU. durante el año pasado. Entre ellas ninguna es, seguramente de mayor eficacia que la referente á la vulgarización de los conocimientos relativos á seguridad personal, el punto más débil entre nosotros, y que según ya lo hemos

expresado antes, origina la gran mayoría de los accidentes que lamentamos, como podemos ilustrarlo citando unos casos entre los muchos que se han presentado.

Cuando recien se creó la inspección de las minas de "Goyllarisquizga", era alarmante la frecuencia de intoxicaciones por el óxido de carbono, las que, por fortuna, era posible atender con oportunidad para salvar á los accidentados. Los operarios nunca pusieron objeción como no lo hacen hoy mismo, para entrar á los lugares en que se suponía una atmósfera peligrosa y una vez que comenzaban á sentir los efectos del envenenamiento, continuaban en el mismo sitio, tal vez si por experimentar los efectos que se dicen agradables, de la intoxicación por el referido gas.

Como caso típico de ignorancia podemos citar el siguiente ocurrido á un operario asfixiado por el ácido carbónico. Sabemos que las acumulaciones de este gas suelen producirse en muy corto tiempo, especialmente en las labores abandonadas y tal ocurrió con una media barreta, en donde había sido suprimido el tráfico de personas. Un hombre que penetró allí experimentó inmediatamente los efectos de la asfixia y cayó; pero alguien q' se dió cuenta del hecho dió voces de auxilio y entre varios lograron sacar al accidentado, al que reanimaron sin mayor esfuerzo, volviendo á su trabajo. Se ordenó inmediatamente condenar ese lugar y así se hizo, colocándose una fuerte valla. Pero el accidentado al caer había dejado su lámpara, y días después otro operario que había reparado en tal circunstancia, se propuso entrar y recuperarla, para lo que le fué preciso salvar el obstáculo puesto. El hombre, naturalmente, al entrar en esa atmósfera quedó rápidamente asfixiado, y como nadie lo viera, solo se pudo encontrar su cadáver después de prolijas investigaciones.

Creemos que aquí podría intentarse para nuestro Cuerpo de Ingenieros de Minas, una organización análoga á la que en EE. UU. tiene el tantas veces citado Bureau of Mines, encargando á aquella Institución de los asuntos relativos á policía minera, y

como cuestión anexa la de procurar el mejoramiento de los conocimientos prácticos de los mineros, en el oficio á que se dedican, haciendo uso al efecto, como se acostumbra en otras partes, de los medios que se estiman más eficaces para conseguir ese objeto, como son: conferencias nocturnas, lecciones objetivas, proyecciones cinematográficas, etc. etc.

Para ello sería naturalmente, necesario comenzar por devolver al Cuerpo citado los fueros de que se le privó en años anteriores, á los que sería aún preciso, agregar otros más. Se impondría el restablecimiento de las Comisiones de Ingenieros, salidas de su seno y radicadas en los centros principales de explotación minera. Comisiones que tendrían á su cargo el trabajo de inspeccionar las minas, sin perjuicio de las operaciones de otro carácter, como son los levantamientos de planos catastrales, geológicos y topográficos, operaciones que podrían ser complementadas facultando á sus miembros para que sirvieran de asesores técnicos de los pequeños mineros, suministrándoles datos sobre la importancia de los yacimientos, la composición y naturaleza de sus minerales y el mejor modo de aprovecharlos. Y aun más, podría considerarse entre el equipo de cada comisión, un aparato de Sondaje diamantino, con cargo de ejecutar por cuenta de los mineros que lo solicitaran, huecos de sonda, cuya influencia en el desarrollo de los centros mineros, no ha sido aún bien estimada entre nosotros. La vulgarización de los procedimientos de sondaje, es asunto que debemos abordar resueltamente, pues de nada sirve que los mineros chicos se encuentren en posesión de yacimientos que se suponen valiosos, si no tienen el medio proporcionado por un sondaje, de probar objetivamente, ante las personas ó instituciones que podrían alentarlos, que tal suposición no es una fantasía, constituyendo la presencia de un "testigo" de sonda, una referencia más digna de crédito, ante el criterio de los capitalistas, que la suministrada por cualquier información técnica por más autorizada que se la suponga. El medio es, desde luego, el ya indicado, pero para ello necesitamos hacer de cada ingeniero titulado en nuestra Escuela, un especialista en la práctica del sondaje, pero prácticos en la verdadera acepción de la palabra, desde saber engastar sus diamantes y formar sus "coronas" hasta verificar por sí mismos los huecos de sonda.

Grande sería así el papel desempeñado por el Cuerpo de Ingenieros de Minas, en el fomento de la industria minera del país, estimulando en ella, el crecimiento de uno de los factores que está llamado á intervenir más poderosamente en el progreso del Perú.

Goyllarisquizga, 5 de julio de 1917.

C. L. Romero.
Ing. inspector de minas de carbón.

ANALES DEL CONGRESO NACIONAL DE LA INDUSTRIA MINERA

TOMO V

TRABAJOS PRESENTADOS A LA SECCION IV

Sales alcalinas, Boratos, Nitratos, Fosfatos y Cloruros

LIMA

Imp. Torres Aguirre

1919

INDICE GENERAL

Primera Parte

Los boratos de América

CAPÍTULO III.

PERÚ

CAPÍTULO IV.

CAPÍTULO V.

ASPECTO ECONÓMICO DE LA INDUSTRIA DE LOS BORATOS

CAPÍTULO VI.

Segunda Parte

La Sal en el Perú

CAPÍTULO I.

Estudios anteriores

CAPÍTULO II.

Datos estadísticos

CAPÍTULO III.

Clasificación de las Salinas del Perú

CAPÍTULO IV.

Estudio teórico de las Salinas Marinas

CAPÍTULO V.

Descripción de las Salinas Marinas

CAPÍTULO VI.

Descripción de las principales Salinas Marinas

CAPÍTULO VII.

Depósitos de sal gema

CAPÍTULO VIII.

Vertientes saladas

Tercera Parte

La Industria del Nitrato de Potasio en el Perú

CAPÍTULO I.

El nitrato de potasio

CAPÍTULO II.

Teorías sobre el origen de los nitratos

CAPÍTULO III.

Yacimientos

Departamento de Lambayeque.

Departamento de La Libertad.

Departamento de Ancachs.

Departamento de Lima.

La Compañía Nitral Limitada.

CAPÍTULO IV.

Explotación

CAPÍTULO V.

Beneficio

CAPÍTULO VI.

Conclusiones

Opinión del Ingeniero D. Fernando Fuchs.

PRIMERA PARTE

LOS BORATOS DE AMERICA

Y EN ESPECIAL

LOS BORATOS DEL PERU

Contribución del Ingeniero

Alberto Jochamowitz

INDICE

CAPITULO II

América del Sur

CAPITULO III

Perú

CAPITULO IV

CAPITULO V

Aspecto económico de la industria de los boratos

CAPITULO VI

INDICE DE LAMINAS

Lima, 15 de noviembre de 1917.

Señor Presidente del Congreso Nacional de la Industria Minera.

Pte.

Me es honroso presentar á Ud. mi contribución al Congreso con un estudio sobre los boratos en América y en especial los boratos del Perú. La sección IV de ese Congreso, de la que es presidente el ingeniero Francisco Alayza y Paz Soldán, tuvo á bien confiarme el estudio de uno de los puntos de su programa á fin de poder dar amplia información y fundamento á mi opinión sobre "cuales serían las medidas más eficaces para mejorar la situación actual de los yacimientos de boratos". He creido oportuno ampliar los límites de mi cometido, pues si mi criterio resultara erróneo, por lo menos los datos por mí reunidos podrían proporcionar base á los que quisieran formarse un criterio propio en tan interesante asunto.

De Ud. atto. y SS.

A. Jochamowitz.

BIBLIOGRAFIA

PUBLICACIONES, FOLLETOS, INFORMES Y ARTÍCULOS CONSULTADOS EN LA PRESENTE MONOGRAFÍA

Mineral Resources of the United States: años 1882, 1883, 1884, 1890, 1890 á 1915 (U.S. Geological Survey)

Keyes C. R. —Borax deposits of the United States—Bull. Am. Inst. Min. Eng. N°. 34. 1909.

Clarke. F. W.—The data of geochemistry—Bull 491. (U. S. Geological Survey. 1911).

American Borax deposits. Eng. & Mining Journal, vol 88, Oct. 1909.

Merril G. P. The Non—metallic Minerals, 1904.

Gale H. S.—Salt, borax and potash in Saline Valley, Inyo. County, Cal.—Geological Survey—Bull. 540-1914.

The origin of colemanite deposits—Prof. paper N° 85 Geological Survey, 1914

Salines in the Owens, Searles and Panamint Basins, Southern California—Bull 580—Geological Survey, 1914.

Hicks W. B. The composition of muds from Columbus Marsh, Nevada—Prof. paper 95—A—Geological Survey, 1915.

Charmberlin R. T.—The physical Setting of the Chilean borate deposits.—Jour. Geology Vol. 20—1912.

Mining & Sci. Press—Editorial, Mayo 1914.

Boletín Sociedad Nacional de Minería de Chile—1905—1911, Set. 1913, Ene. y Mayo 1915.

Lorca E. C.—La Industria del Bórax.—Congreso Chileno de Minas y Metalurgia, 1916.

Los yacimientos de boratos del territorio de los Andes.—Fritz Reichert.—Anales del Ministerio de Agricultura de la República Argentina, 1907.

Caplain, L.– Informe sobre el estado de la Minería en el territorio de los Andes.— Anales del Ministerio de Agricultura de la República Argentina, 1912.

Francisco Alayza y Paz Soldán.—Informe sobre la boratera de Chilicolpa (Tacna). Archivo del Ministerio de Fomento—Perú.

INTRODUCCION

Al colaborar en el Congreso Nacional de la Industria Minera, absolviendo el punto con que la Sección IV, presidida por el Ingeniero Francisco Alayza y Paz Soldán, se ha dignado honrarme, no he querido concretarme á emitir, sin más comentarios, mi opinión sobre ¿cuáles serían las medidas más eficaces para mejorar la situación actual de los yacimientos de boratos?, sino emprender un estudio más amplio referente á la Américatoda, pues al mismo tiempo que con ello, en modesta escala, contribuiré al conocimiento general de tan importante asunto, he considerado oportuno aportar la mayor información que me ha sido posible obtener, sobre un tópico que posee escasa literatura.

Debo con esta oportunidad declarar, que muchos de los datos consignados en la presente monografía, me han sido proporcionados por la "Bórax Consolidated" y de ellos, los que se refieren al Perú, he comprobado, en cuanto ha estado á mi alcance, en las diversas ocasiones que he visitado y estudiado el yacimiento de Salinas, en Arequipa.

La cuestión de los boratos ha ocupado últimamente la atención pública y la política de impuestos mineros, que tanto vuelo ha tomado desde que se le abrieron las puertas, por haber fenecido la ley de 8 de noviembre de 1890, tenía que ejercitarse también sobre esa sustancia, que es base de un negocio sobre el que parecía guardarse una gran reserva.

El mejor conocimiento que se tenga de los diversos aspectos de la industria, cuyas condiciones como se verá son muy particulares, contribuirá á ilustrar el criterio de nuestros legisladores,

facilitándoles la tarea que no siempre están ellos en condiciones de llenar: la información técnica, pues esta constituye la base ineludible, sobre la que ciertas leyes, como las que se refieren á las industrias extractivas, deben forjarse.

Las leyes especiales de salitre y bórax, resultan hoy anacrónicas y como se dieron en 1888, cuando ya no poseíamos salitreras y todavía no teníamos borateras, ellas traducen el anhelo de esa epoca, que no se amolda á la actual realidad. Ya hoy sabemos que no se debe esperar que la industria del borato pueda tener aspecto manufacturero; basta la experiencia que hizo Chile, donde los instrumentos de refinación, para obtener bórax, yacen allí inservibles.

Después de treinta años, persiste la misma ambición, pero hoy nos encontramos frente á una situación definida y con una industria embrionaria, pero susceptible de adquirir importancia.

Conocidas las condiciones particulares de esta rama de la minería, podrán dictarse las nuevas disposiciones, pues al legislar no se puede traducir una aspiración, si no se tiene el bagaje de la experiencia.

Lima, 30 de diciembre de 1917.

ALBERTO JOCHAMOWITZ.

CAPITULO I

ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA

RESEÑA HISTORICA

La existencia de boratos en Norte América fué constatada por primera vez en el año 1859 por J. A. Veatch, en los pequeños lagos de Hachinhama y Borax, situados á 130 km. al norte de San Francisco. Al principio se obtenía el borato, evaporando el agua de esos lagos; después se encontraron cristales de borax natural en los fangos del fondo. El agua de esos lagos contenía 7.66 % de sales en solución y el 5 % de éstas era ácido bórico.

En el año 1864 comienza á producirse boratos en cantidad apreciable con 11 toneladas de borax refinado, pero esta industria no adquirió cierta importancia sino cuando se descubrieron en 1872 los llamados pantanos ó "borateras de lagos secos" en los que el borato se presentaba formando una costra salina superficial; muchos de esos depósitos fueron trabajados, entre otros los pantanos Fish Lake, Columbus, Rhodes y Teals en el sur de Nevada; Searles, Cane Lake, Saline Valley y Death Valley en California. En 1873 la produción era de 907 toneladas de las que 430 eran sacadas de los pantanos de Nevada. En esa época no había facilidades para transportes, haciéndose necesario sacar el producto de las minas á lomo de mula. También se extrajeron boratos de otros sitios, como en Salt Wells Flat en Nevada y

Lake Alvord en Oregón donde la explotación se prolongó hasta el año 1901. En menor escala se trabajaron Hot Springs, cerca de Gerlach en Nevada y Soda Lakes en el mismo Estado.

También proporcionaron cierta cantidad de boratos, unas capas arcillosas que contenían pequeña ley de borato de cal y situadas al norte de Daggett, localidad del condado de San Bernardino de California.

Pero la industria boratera no adquirió importancia sino cuando se reconocieron y desarrollaron los depósitos de borato de cal en vetas, descubiertos en 1882, por el americano Coleman, en Death Valley á los que se agregaron los de Calico, 7 km. al norte de Daggett, evidenciados en el año siguiente, y luego otros en la misma región, en los sedimentos terciarios de esos mismos lagos, en cuyos fangos se habían ya encontrado las sales borácicas.

Desde 1884 la producción pasa de 3,000 toneladas anuales.

En 1889 la industria boratera recibe poderoso impulso, pues la producción de 7,300 toneladas en el año anterior, asciende súbitamente á cerca de 20,000 para aumentar aún en los años siguientes.

Las minas de las cercanías de Daggett fueron las grandes productoras del país hasta que se puso en trabajo la mina Lila C. al este de Death Valley, que comenzó á producir en gran escala en 1907. Mientras tanto la producción de los EE. UU. había subido en el año anterior á 52,000 toneladas; desde entonces y hasta el año 1915, la mina Lila C. fué la primera productora.

En los últimos años, la industria del borato se ha intensificado aún más, añadiéndose nuevos yacimientos á los ya conocidos y poniéndose inmediatamente en explotación; asi se han llegado á cifras inesperadas: 60,000 toneladas en 1915 y 94.000 en 1916. Desde que comenzó la guerra la industria boratera norte americana ha duplicado casi su capacidad, y esta cifra parece marcar un límite, pues las necesidades mundiales de borato oscilan al rededor de 100,000 toneladas anuales, es decir que hoy los EE. UU. están capacitados para abastecer al mundo entero de las sales de boro que necesita.

———

Condiciones generales de las borateras de Norte-América

Casi todos los yacimientos norte-americanos de borato, se encuentran en la Gran Hoyada (Great Basin), esa vasta extensión que vá de la Sierra Madre al confin norte del estado de Nevada y de la Sierra Nevada á las Montañas de Utah, y principalmente en la parte meridial, comprendida en las circunscripciones territoriales de Inyo y San Bernardino.

Por muchos conceptos se asemeja esta importante región boráeica á la de la América del Sur, á excepción de la altura, que en los depósitos de Norte América no pasa de 1,200 metros; casi todos los caracteres que se observan en el altiplano de Bolivia, se pueden constatar allí. Si no destacan los aparatos volcánicos, que hacen tan característica la estructura de los Andes, entre el Perú y la Argentina, la acción de los volcanes queda manifiesta en la infinidad de efusiones, que intercalan ó cubren los diversos horizontes estratificados que en los Estados Unidos contienen boratos. La íntima relación entre el volcanismo y la formación del boro, queda confirmada.

Por lo demás, pueden observarse, en uno y otro territorio desértico, gran número de lagos, de grandes dimensiones y con gran volumen de líquido unos, otros en vías de desecación; casi todos contienen gran cantidad de diversas sales en disolución. La aridez es propia de la Gran Hoyada, como lo es también de la altiplanicie sud americana; se observa la misma rudeza en las condiciones climatéricas, y la misma ausencia de vegetación; todo ese aspecto rehacio de la naturaleza, que ha hecho que estas comarcas hayan sido desdeñadas hasta hace poco y que seguirían siéndolo si esos lagos muertos no encerraran la riqueza de compuestos salinos y principalmente boratados que son hoy base de fructíferas explotaciones.

Dos importantes lineas de ferrocarril ponen en comunicación estas apartadas regiones con la costa: el Southern Pacific, que atraviesa el valle de Owens y el Tonopah Tidewater, que pasa cerca de Death Valley, siendo ambos ramales de la gran línea transversal llamada de Santa Fé y que va de los Angéles, en el Pacífico, hasta el estado de Kansas.

DESCRIPCION DE LAS BORATERAS

Los lagos desérticos

Los lagos Saline, Owens, Searles, Panamint, Death Valley y otros, situados en la misma región de California, forman un solo sistema hidrográfico que antes de ahora estuvo estrechamente relacionado, pues colocados á niveles sucesivos, el agua pasaba sucesivamente de uno á otro y en el orden en que esos lagos quedan enunciados, pero desde que el ingreso de agua á cada una de las cuencas fué inferior á las pérdidas por filtratración y evaporación, las cubetas quedaron aisladas y la extensión ocupada por el agua se restringió, al mismo tiempo que verificándose una concentración de las sales contenidas, por efecto de la evaporación, se produjeron acumulaciones que hoy alcanzan marcada importancia; así por ejemplo se estima que en el lago Searles hay 4.000,000 de toneladas de sales solubles de potasa.

Saline Valley

En 1905 se otorgaron concesiones en este lago para extraer borato y se hicieron explotaciones hasta 1907. El borato se presentaba en costras superficiales de sal que tenían 10 cm. de espesor; se trabajaba también por borax, la sal que se extraía hasta una profundidad de 50 cm., del modo siguiente: el material extraido se ponía con agua en grandes ollas que se calentaban con leña; se removía hasta que todas las sales solubles quedaran disueltas; luego se apagaba el fuego y dejábase asentar el líquido por 10 horas, que era entonces extraído y se separaba el borato por cristalización; se retiraban las aguas madres al cabo de seis días y el borato se ensacaba.

Lagos actuales   Lagos desecados

Fig. 1 .Los lagos desérticos en Estados Unidos

Lago de Searles

La extensión superficial de la parte llana que constituye el fondo del valle de ese nombre es de 1,000 Km. cuadrados y comprende Indian Wells, que forma un segundo lago. Se pueden distinguir las zonas siguientes: la central ó costra sólida de sal, que tiene 30 Km. cuadrados; la playa que rodea á la anterior y el margen; siguen después las pendientes suaves que van hasta los cerros. Este lago está á 500 m. sobre el nivel del mar y queda comprendido entre la cordillera Argus al oeste y la Slate al este. Este lago hoy desecado, llegó á contener una cantidad de agua, cuya superficie llegaba á 200 m. de altura del actual fondo y entonces formaba un solo lago con el de Indian Wells. La costra de sal cristalina tiene 22 m. de espesor en promedio y está compuesta de cloruro de sodio, sulfato de soda, carbonato de soda, biborato de soda, cloruro de potasio, arseniato de soda, y se estima que en promedio la proporción es la siguiente:

Cloruro de sodio...............	51.61 %
Sulfato de de soda...........	19.22 ,,
Carbonato de soda...........	12.79 ,,
Biborato de soda.............	3.23 ,,
Cloruro de potasio...........	12.07 ,,
Arseniato de soda...........	0.17 ,,
Otras sales.......................	0.91 ,,

El borax se extrae disolviendo previamente las sales y luego separándolo por cristalización.

Al rededor del depósito salino hay un barro fofo que contiene fuerte cantidad de sales; allí también se ha buscado el borax, encontrándolo á profundidades que varían de 60 cm. á 2.50 m.

Lago Owen

El valle de Owen, en el que se encuentra el lago de ese nombre, es una depresión de 220 Km. de largo por 30 á 60 de ancho y el río que por él corre es uno de los raros cursos de agua permanente de la región.

El agua que antes cubría el valle en toda su extensión, está reducida hoy á una superficie de 250 Km. cuadrados siendo su mayor profundidad 9 metros; es el único lago de la región que no ha llegado á desecarse. La altura de la superficie del agua es de 1,090 m. sobre el nivel del mar. El lago primitivo cubría 600 kilómetros cuadrados y su superficie estaba á 1,145 m. sobre el nivel del mar.

La superficie de este lago cambia de nivel cada año, debido á que la cantidad de agua que la cuenca recibe es muy variable.

El agua del lago Owen tiene diversas sales en disolución, entre otras el cloruro de sodio, sulfato de soda, carbonato de soda, borato de soda, &. Esas sales han sido traídas á la hoyada de Owen por los riachuelos que la surten y que las han disuelto en su trayecto; desde que el agua no tuvo salida, la evaporación produjo lentamente la concentración que hoy ofrecen.

Se ha hecho una apreciación de la cantidad total de sales disueltas en el lago, estimándose que debe haber al rededor de 150 millones de toneladas, de las que cerca de 3 millones serían de ácido bórico contenido en el borato que el lago encierra.

Death Valley

(VALLE MUERTO)

La estructura de Death Valley, es un fenómeno curioso, pues el fondo de la hoyada se encuentra á nivel inferior al del mar y se explica, como la llave de una gran bóveda que hubiera descendido á lo largo de dos fracturas (fig. 3). El anteclinal está formado por una sucesión de capas de la época terciaria, arcillas y arenizcas con intercalaciones de basaltos, con un espesor de 1,300 metros, que se apoyan en gneiss, dioritas y andesitas. En ese importante paquete quedan comprendidas varias capas conteniendo borato y las más fáciles de reconocer y explotar han sido aquellas situadas en el fondo de la hoyada, cuyos filos han sido puestos al descubierto por una serie de tajos naturales, entre los que el principal es el llamado Furnace Canyon. El fondo de la hoyada tiene 15 Km. de ancho; las capas allí no son perfectamente horizontales, sino que han sufrido plegamientos y hacia los bordes del valle están recubiertos por un grueso derrame basáltico (fig. 4).

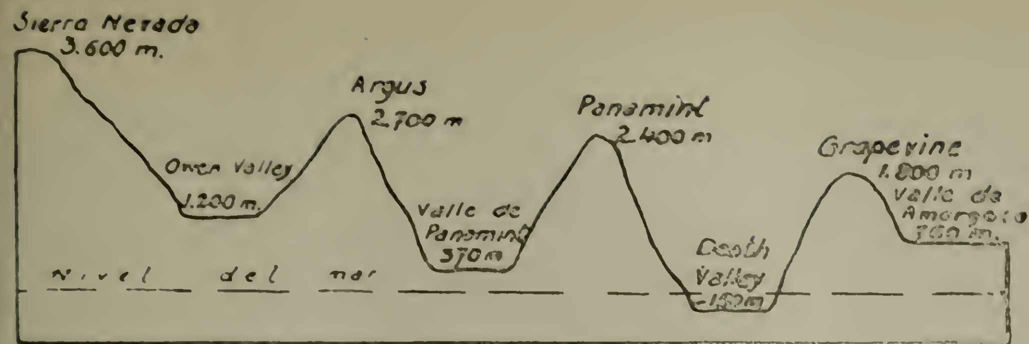


Fig. 2 Perfil de la región de Death Valley

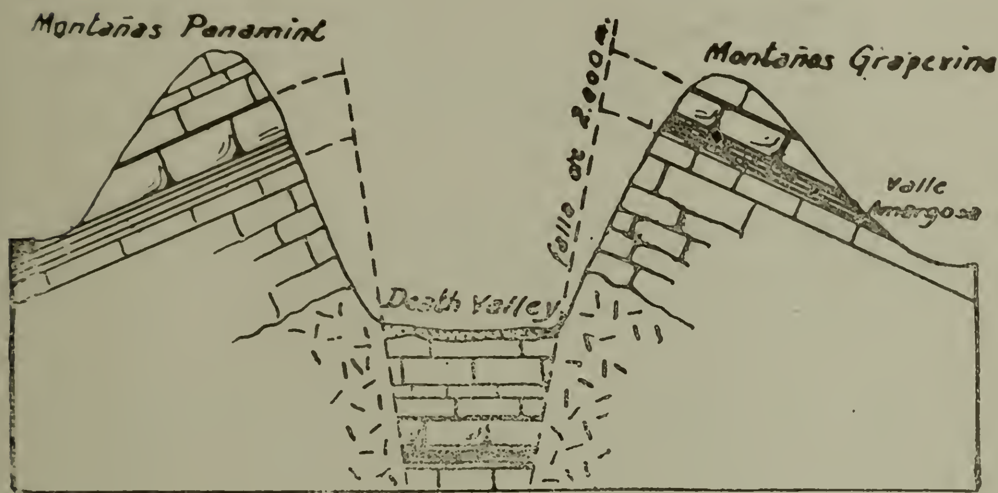


Fig. 3 Estructura geológica de Death Valley



Fig. 4. Estructura geológica de Furnace Canyon

Las capas de borato tienen desde algunos centímetros hasta 20 metros de espesor y el mineral que ofrecen es la colemanita, en forma aglomerados nodulares que resaltan en las arcillas azuladas. De las varias capas de borato, una tiene particular importancia por su espesor y ley de ácido bórico elevada, aunque extremadamente variable. Las arcillas comprendidas entre capas de borato, están también impregnadas de esta sustancia, pudiendo lavarse y rendir hasta el 25 % de ácido bórico. Por lo general estas arcillas son de grano fino y se pueden percibir claramente los cristales de colemanita; aunque estas arcillas podían constituir base de explotación, sólo se trabajan las capas borácicas ricas.

Mina Lila C.

Situada al pié de las Montañas Negras del condado de Inyo. 25 km. al este del sitio de Death Valley que está á menor nivel, ha sido por muchos años la principal productora de los EE. UU.

Los depósitos de borato están incluídos en las capas lacustres terciarias de la región, que allí consisten, en su mayor parte, en arcillas y pizarras de colores claros, bajo las que yacen arenizcas y tufos. La cumbre de la cadena que está así constituída, está cubierta por un manto de lava que parece haber descendido hasta el lago mismo de Death Valley. En algunos sitios esta lava corta los estratos en forma de dykes.

En las cercanías de la mina, las capas se presentan muy inclinadas, en sitios casi verticales; se ven fallas y resbalamientos.

La mayor parte del mineral de Lila C. es colemanita cristalina, que aparece en tres capas superpuestas, de las que la intermedia es la más importante, cuyo espesor es variable y llega en sitios hasta 5 metros. La colemanita se encuentra aquí en pequeños cristales, ya tapizando las cavidades ó ya en la capa misma; en algunos sitios forma un aglomerado de cristales más ó menos mezclados con arcilla.

También se ha constatado una fractura que corta las capas y que contiene cristales de colemanita, que no puede ser debido sino á una recristalización del borato de las capas.

El borato rico es embarcado; el pobre es previamente tostado con lo que se convierte en polvo y así es separado de la arcilla que no decrepita.

Esta mina, propiedad de la Pacific Coast Borax C° empezó á producir en 1907, cuando el F. C. de Tonopah & Tidewater pasó cerca de la mina: ha producido hasta 2,600 toneladas al mes.

Desde 1915 han cesado los trabajos en esta mina.

Borateras de Mojave

Las arcillas terciarias que contienen boratos cubren una enorme área superficial, pues desde Ventura y Los Angeles rodean la Sierra Nevada, extendiéndose por el vasto desierto de Mojave; se las vé en los plegamientos que tienen á Death Valley por centro y van mucho más al norte aún, hasta los confines del Estado de Nevada.

Esta formación es típica en la parte del desierto de Mojave, en donde á lo largo del río de este nombre, en más de 100 Km. se ven los afloramientos de arcillas de color amarillo y las arenizcas, con las que los boratos están asociados y que á veces traen intercalaciones de basaltos, como en Death Valley.

En la mina de la American Borate C°, á 19 Km. al norte de Daggett, á 240 Km. de los Angeles, (estación del F. C. de Santa Fé), y al pié de las montañas de Calico, las capas tienen gran inclinación; su espesor es de 1.500 m. comprendiendo dos capas de borato de 1.50 m. de potencia cada una. El mineral tiene 12 % de ácido bórico. Las dos capas están separadas por un estrato de 25 m. de espesor, que también contiene borato, pero no en cantidad suficiente para que pueda explotarse.

Este mineral se beneficia en una refinería situada á 10 Km. y cerca de la antigua mina de oro Calico.

Hay en la región otras capas más, costeniendo borato, presentándose este en masas nodulares cristalizadas y habiéndose hecho trabajos á más de 100 m. de profundidad; hay varias empresas que las explotan, entre otras: la "Western Mineral", la "Columbia", la "Standard Sanitary", "La California Borax" etc.



Death Valley.—Oficinas de una mina de borato bajo el nivel del mar



Mirando hacia Death Valley



Un cerro con borato en Death Valley

Yacimientos del Condado de Ventura

Estos depósitos, situados á 120 Km. de la costa, se descubrieron en 1898, comenzándose la explotación el año siguiente y habiendo producido ya más de 35,000 toneladas de mineral con un valor aproximado de un millón de dollars.

Las minas principales son: "Frazier", de la Sterling Borax C°, la "Russell Borate", de Russel Bros y la "Columbus", de la National Borax C°.

El mineral es la colemanita, que se presenta en una serie de estratos muy plegados y fallados de arcillas, arenizcas, conglomerados y lavas interestratificadas.

Las capas de borato están asociadas á las capas de lava y aunque no se pueden probar relaciones de origen, es curioso constatar que las más importantes están en las arcillas incluídas en las lavas, es decir en aquellas arcillas que se depositaron entre dos erupciones.

En la mina Frazier las capas de arcilla interesantes tienen 12 m. de espesor, que incluyen capas delgadas de yeso y en el centro una de caliza de 3.50 m. de grueso. El borato se presenta en capas de 1.50 m. á 2 m. de potencia.

En la mina Russell el borato se presenta incluído en la caliza, encontrándose ya mezclado á ella ó en núcleos de mineral puro; esta asociación sugiere la idea de una sustitución del carbonato por el borato, pero en algunos sitios la estructura filoniana es evidente.

El borato de esta mina dá hasta 42.5 % de ácido bórico; el mineral de segunda clase tiene al rededor de 30 %.

Valle de Santa Clara

Nace el valle de Santa Clara en la parte meridional de la Sierra Madre, al pié de las montañas Topatopa. Allí, á 5 millas al N. O. de la estación Lang. del F. C. Southern Pacific, se han descubierto importantes yacimientos de borato.

En un grueso paquete sedimentario, que tiene 1,500 á 2,500 m. de espesor, se presentan capas de arcillas azuladas que contienen nódulos de colemanita en fuerte cantidad, sobre todo en una capa que tiene 1.20 m. de potencia.

La ley elevada del mineral que de aquí se extrae y las facilidades de trasporte, hacen de esta localidad una de las más importantes fuentes de producción de los EE. UU.

Otros yacimientos

En el condado de Curry, Oregón, se han descubierto considerables depósitos de priceita (variedad de la colemanita); están situados cerca de la costa, á 9 km. al norte de Brooking y el yacimiento se conoce con el nombre de "The Borax Mine". Ha sido comprado por Moore Hnos. y parece que la Pacific Coast Borax C°. tiene ingerencia en esta mina.

En un lugar situado á 6 km. al O. de la estación de Rich, en el distrito de Cramer, condado de San Bernardino, se encontró en 1913, al hacer una perforación por agua, un importante depósito de colemanita. El mineral es de muy buena calidad, pues contiene hasta 47.90 % de ácido bórico (la colemanita pura tiene 50.90 %) y el depósito, situado á una profundidad de 110 m., tiene un espesor de 12 m.; su extensión en el sentido horizontal no es aún conocida.

Esta mina ha sido adquirida por la Pacific Coast Borax C°.

Varios lagos de Oregón prometen dar cantidades de boratos; ellos contienen además otras sales, como cloruro de sodio, carbonato de soda, sulfato de soda; y como el carbonato de soda obtiene altos precios, se piensa hacer instalaciones para separar esas sales.

En Baja California se conocen extensos depósitos de boratos; pero debido á las condiciones inciertas de México, no han sido desarrolladas hasta la fecha.

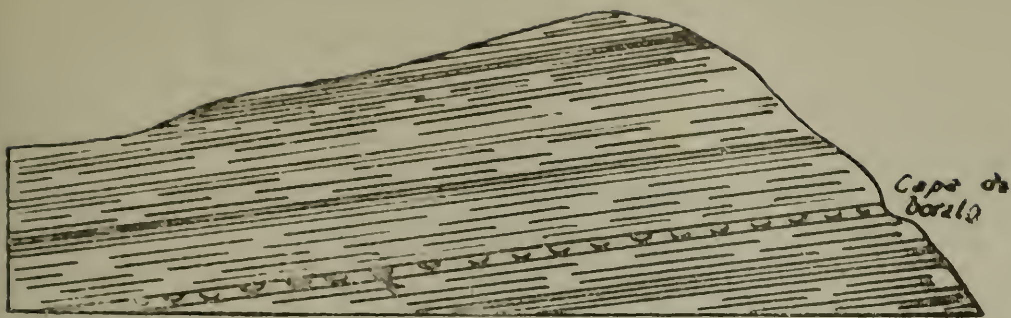


Fig. 5 Las capas en la mina Lila C.

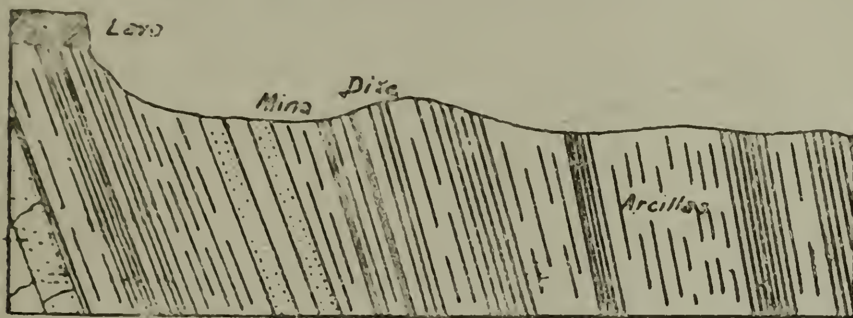


Fig. 6 Las capas cerca de Daggett

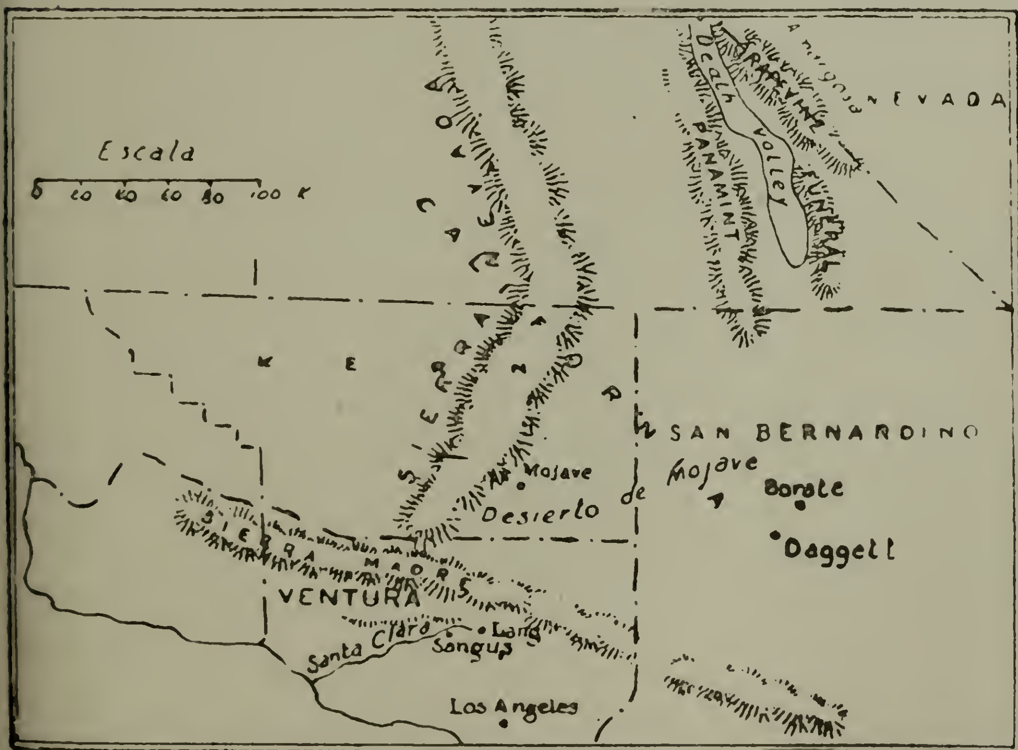


Fig. 7. La región de los boratos en los Estados Unidos

Aspecto económico de la Industria de los Boratos en los Estados Unidos

Antes de 1870 el precio de la libra de borax refinado, extraído de las aguas de los lagos de California, era de 28 á 35 centavos oro. Después de 1872, el precio bajó durante dos años á 6 y ½ centavos la libra; luego subió á 13 centavos. En 1885 el borax se vendía en San Francisco, de 6 á 8 centavos la libra.

Posteriormente, el precio bajó nuevamente, conservándose entre límites estrechos, de 3 ¾ á 4 centavos la libra, con un pequeño aumento á 4 ¼ y 4 ¾ al final de 1914.

El valor del ácido bórico en cristales era de 7 á 7 y ½ centavos la libra y también subió á fines de 1914 hasta 8 y ½ centavos libra. Los precios han subido después á causa de la guerra europea.

Al principio se tomaba el producto refinado como base para apreciar el valor, pero desde 1900 éste se estima con la base de ácido bórico contenido en el producto crudo; antes de que comenzase la guerra el precio oscilaba al rededor de 1 dollar por unidad de ácido bórico. La producción total del año 1916 se ha avaluado en $ 2,360,000.

El costo de producción de la tonelada de borato crudo en EE. UU. es muy diverso, debido á las condiciones muy variadas, tanto del carácter ó riqueza de los yacimientos, como de la localidad en que se encuentran; el precio de costo oscila entre 15 y 40 dollars la tonelada, siendo en promedio 20 dollars.

Los boratos son productos de libre exportación y aún la industria está protegida por la ley de 3 de octubre de 1913, por la que se grava la importación de boratos manufacturados á razón de ¾ de centavo por libra de ácido bórico refinado y ⅛ de centavo por libra de borato de soda ó borax refinado. La importación de boratos es reducida; en 1915 era de 220 toneladas de ácido bórico.

Casi todas las minas de borato de los EE. UU. son propiedad de la Borax Consolidated, formando entidades independientes é importantes la Sterling Borax C°. y la Stauffer Chemical C°.

La Trona Corporatión, promete también producir boratos de sus propiedades en las Salinas de Searles.

La industria boratera tiene en EE. UU. un gran porvenir y se estima que los depósitos conocidos encierran suficiente existencia de mineral para satisfacer por muchos años las necesidades crecientes del mercado, lo que hace por hoy innecesario el buscar nuevos centros de producción. Como las facilidades de trasporte constituyen uno de los principales factores para el éxito de una explotación, la apertura del Canal de Panamá ha favorecido notablemente esta industria, que tiene asegurada en EE. UU. el primer puesto entre los productores del mundo.

Producción de borato en los Estados Unidos

TONELADAS MÉTRICAS

Año	Borax refinado
1864	10.884
1865	113.375
1866	182.307
1867	199.540
1868	29.024
1869	-----
1870	-----
1871	-----
1872	126.980
1873	907.000
1874	1,814.000
1875	2,464.319
1876	2,349.130
1877	1,690.648
1878	1,270.787
1879	718.344
1880	1,674.322
1881	1,834.861
1882	1,821.026
1883	2,947.750
1884	3,174.500
1885	3,628.000
1886	4,434.323
1887	4,988.500
1888	3,442.065
1889	-----
1890	-----
1891	6,067.830
1892	6,122.250
1893	3,945.450
1894	6,687.380
1895	5,404.813
1896	6,125.878
1897	7,256.000
1898	7,256.000

	Borato crudo
1899	18,463.799
1900	23,439.000
1901	21,075.000
1902	18,148.000
1903	31,235.000
1904	41,411.000
1905	42,034.000
1906	52,774.000
1907	47,945.000
1908	22,680.000
1909	37,589.000
1910	38,426.000
1911	48,381.000
1912	38,388.000
1913	52,600.000
1914	50,600.000
1915	60,785.000
1916	94,000.000

CAPITULO II

AMERICA DEL SUR

La región de la América del Sur en que se tocan las repúblicas del Perú, Bolivia, Argentina y Chile, constituye uno de los fenómenos más interesantes que ofrece el relieve de la superficie terrestre; la cordillera de los Andes, que como verdadera columna vertebral recorre la América de Norte á Sur, atravesando el territorio de Chile en perfecto y simple alineamiento, experimenta allí un ensanche de importancia, pues los brazos en que se bifurca, que corren paralelos hasta ingresar al suelo peruano, abarcan un espacio que en ciertos sitios llega á 700 Km. de amplitud en el sentido del paralelo, para luego juntarse de nuevo en el importante Salccantay ó nudo del Cuzco. Pero lo extraordinario es que este ensanchamiento no está constituído por grupos de cadenas, sino que entre las cordilleras que lo limitan por uno y otro lado, queda un amplio espacio llano, cuya altura media es de 4,000 m. sobre el nivel del mar y que se llama la altiplanicie de Bolivia.

Las dos importantes cordilleras que bordean este altiplano, tienen configuración y origen muy diverso; mientras la que mira al Pacífico ó Cordillera Occidental, se eleva de manera abrupta, la que queda hácia el Atlántico, la Cordillera Oriental, llamada también Cordillera Real, desciende suavemente hácia los llanos amazónicos.

La Cordillera Occidental está jalonada por una serie casi no nterrumpida de volcanes, que en línea Norte-Sur recorre el alargado territorio chileno y luego oblicúa al entrar al Perú; estos

volcanes de reciente formación, pues muchos de ellos dan muestras de vitalidad con sus constantes penachos de humo, han perforado estratas mesozoicas, principalmente jurásicas y cretáceas. La Cordillera Oriental en cambio, es el resultado de un fuerte plegamiento del paleozoico, y en el eje mismo que, en ciertos puntos alcanza fuertes elevaciones, asoman los granitos y los gneiss. Cuanto á las capas que forman la llanura suspendida, ellas son de edad diversa pues se formaron al parecer entre el devónico y el cretáceo.

Este llano tiene importancia capital en nuestro estudio, pues á él están relacionados todos los depósitos de borato, de alguna consideración, de la América del Sur. En la dilatada extensión del altiplano, hay un sin número de lagos; unos muy vastos, como el Titicaca y el Auilagas; otros de menor extensión, muchos de los cuales están en vías de desecación y contienen capas de diversas sales, de boratos entre otras.

La relación de los lagos conteniendo compuestos de boro, con la formación volcánica es evidente; mientras los nitratos de esa comarca privilegiada del mundo que es Tarapacá, se presentan cerca de la costa y á pequeña altura sobre el nivel del mar, los boratos aparecen á más de 3,000 m. de altura, en las vecindades de los conos eruptivos, y en el altiplano, á medida que la distancia de la cordillera occidental es mayor, la posibilidad de encontrar boratos disminuye. Las fuentes de uno y otro producto son muy diversas, pero á la acumulación de ambos ha favorecido, sin duda, la aridez de esas regiones, que se manifiesta en la escacés de nieve en lo alto de las cumbres, apesar de que muchas de ellas pasan de 5,000 m. de altura sobre el nivel del mar, es decir la zona de las nieves perpétuas para esas latitudes.

CHILE

Chile es el principal productor de borato de la América del Sur, habiendo exportado por muchos años una cantidad no muy inferior á la de los Estados Unidos, correspondiéndole el segundo lugar de las naciones productoras de esa sal.

El profesor Raymondi, á quien tanto debe el Perú en el conocimiento de las riquezas de su territorio, fué el primero en reconocer la existencia del borato en la América del Sur. En la pag. 142 del Tomo I de su obra «El Perú» dice: "A fines del año 1853, habiéndome ocupado de estudiar el borato de soda y cal [boronatro calcita], que se acababa de descubrir en la provincia de Tarapacá, donde se conocía á la sazón con el nombre de "tiza" y hoy con el nombre de "borax", fuí nombrado en comisión con el ingeniero don Luis Mariani para reconocer los terrenos donde se mostraba esta sustancia"

En 1852 se explotaba ya el borato en Chile, es decir que allí esa industria comenzó antes que en Estados Unidos, pero no tomó importancia sino desde 1881. La tabla de la página 32 registra la exportación de boratos de Chile desde 1874 hasta el 1er. semestre del año en curso.

Todas las borateras chilenas se encuentran en la zona de las punas del norte de Chile y todos los caracteres que se observan en el Perú y en la Argentina, respecto á las condiciones climatéricas actuales y á las geológicas que originaron los lagos salados, ahora desecados y que encierran las capas de sal borácicas, se presentan, con ligeras diferencias, en Chile.

Ascotán

La laguna de Ascotán se encuentra entre los grados 21 y 22 de latitud sur y 68 y 69 de longitud oeste del meridiano de Grenwich. Su altura sobre el nivel del mar es de 3,720 metros y está á 362 kilómetros de Antofagasta.

La laguna se encuentra en el fondo de una depresión que forman dos cadenas de altos volcanes extinguidos, que se alinean en dirección NS.; la hoyada tiene una extensión superficial de 200 kilómetros cuadrados.

Se descubrió aquí la existencia de borato el año 1857: como en esa época no existía el ferrocarril no pudo hacerse la explotación á causa del alto precio de los transportes; en 1888 quedó terminado el ferrocarril de Antofagasta á Oruro en cuyo tránsito se encontraba Ascotán, siendo Cebollar la estación. Se pensó primero en extraer el ácido bórico en el lugar mismo, á fin de que, siendo éste un producto de mayor valor, pudiera soportar los gastos de fletes; pero entonces se presentó otro inconveniente: el producto pagaba derechos al ser introducido en los mercados europeos, que dan franquicias al borato crudo, pero no al elaborado.

Con la construcción del ferro-carril comenzó la explotación del yacimiento, formándose una compañía con 400,000 pesos de capital, que produjo buenas utilidades, pues en 1897 daban dividendos del 20%. El mismo año adquiría esta boratera la "Borax Consolidated" por la suma de Lp. 90,000, comprendiendo las instalaciones y los terrenos que la Compañía poseía en Antofagasta.

Las dos terceras partes de la laguna desecada de Ascotán están cubiertas por una delgada capa de sales, principalmente: cloruro de sodio, sulfato de cal y soda; bajo ésta aparece una capa de arena y arcilla, de más ó menos 20 cm., que cubre la de borato; éste se presenta en bancos ó en nódulos. El espesor de las capas es variable, desde 10 cm. á 1 metro, habiéndose encontrado manchas de varios kilómetros cuadrados de superficie, con potencia de 50 cm. en promedio. A veces se encuentran también varias capas superpuestas. El plano N.º dará una idea de la manera como está distribuído el borato en toda la extensión del lago así como la parte de él que ha sido ya trabajado.

El borato se presenta mezclado á impurezas, cloruros y sulfatos principalmente. Los análisis siguientes corresponden á diversas remesas de borato.

Cuadro de análisis de diversas remesas de borato desecado de Ascotán

Acido bórico anhidro	49.90 %	51.30 %	47.00 %	50.30 %	49.70 %	49.80 %	51.30 %	48.10 %	49.20 %	48.40 %	49.20 %
Cal	17.05 ,,	15.99 ,,	15.06 ,,	15.87 ,,	15.92 ,,	15.63 ,,	22.16 ,,	14.88 ,,	16.37 ,,	15.34 ,,	15.69 ,,
Magnesia	0.97 ,,	0.83 ,,	0.91 ,,	0.67 ,,	0.76 ,,	0.70 ,,	0.70 ,,	0.83 ,,	0.82 ,,	0.72 ,,	1.09 ,,
Soda	7.20 ,,	9.33 ,,	8.66 ,,	9.29 ,,	8.71 ,,	8.91 ,,	3.75 ,,	7.93 ,,	7.54 ,,	8.58 ,,	8.80 ,,
Carbonato de sal	0.80 ,,	0.99 ,,	0.70 ,,	0.42 ,,	0.48 ,,	0.47 ,,	0.18 ,,	1.21 ,,	0.40 ,,	0.53 ,,	0.20 ,,
Sulfato de sal	3.27 ,,	4.03 ,,	4.86 ,,	4.77 ,,	3.85 ,,	4.26 ,,	3.90 ,,	5.08 ,,	4.38 ,,	4.73 ,,	4.90 ,,
Cloruro de sodio	6.25 ,,	3.70 ,,	4.60 ,,	5.50 ,,	3.85 ,,	4.90 ,,	4.50 ,,	5.40 ,,	4.38 ,,	5.50 ,,	4.00 ,,
Alúmina y óxido de fierro	0.45 ,,	0.50 ,,	0.47 ,,	0.63 ,,	0.60 ,,	0.43 ,,	0.90. ,,	0.40 ,,	0.75 ,,	7.57 ,,	0.93 ,,
Sílice y materias insolubles	2.93 ,,	3.70 ,,	3.88 ,,	3.70 ,,	2.92 ,,	2.87 ,,	3.00 ,,	4.15 ,,	3.35 ,,	3.47 ,,	3.66 ,,
Agua y materia orgánica	11.12 ,,	9.63 ,,	13.86 ,,	8.85 ,,	13.21 ,,	12.03 ,,	9.55 ,,	11.93 ,,	11.50 ,,	12.16 ,,	11.53 ,,

La explotación del borato en Ascotán se hace con facilidad por encontrarse la capa aprovechable muy vecina á la superficie; un peón puede extraer hasta 10 toneladas diarias de borato. Del punto de extración se lleva por F. C. á la oficina para ser desecado. Aquí, como en el Perú y la Argentina, se emplea como combustible la yareta, que existe en abundancia en la región; siendo el consumo grande, se ha instalado un cable-carril de 12 kilómetros de longitud entre los yaretales y la oficina de Cebollar. El costo de la tonelada de yareta puesta en la oficina viene á ser de £ 2.12.00.

La desecación exige una tonelada de yareta para cada tres de borato; pero antes de someterse á los hornos rotativos en que se hace la desecación, el borato es extendido en la pampa, en capa delgada, y removido por medio de bueyes y palas, perdiendo así buena parte de su humedad, pues al entrar á los hornos no tiene más del 35 % de agua. Esta desecación, á la intemperie que dura de 2 á 3 meses, está favorecida por la ausencia de lluvias en la mayor parte del año. En los meses de enero y febrero esto no puede hacerse, pero las precipitaciones atmosféricas no son aquí tan intensas como en las borateras situadas cerca de Arequipa (Perú), pues se pueden explotar aún en esos meses.

En el año 1915, se emplearon 623 operarios, que ganaron un jornal medio de 5 y medio pesos diarios ó sean Lp. 0.4.00 de nuestra moneda.

El costo de producción del borato desecado era en 1914 en Cebollar de £ 2.10.00; los gastos para ponerlo en Antofagasta y Liverpool eran los siguientes:

Costo de Cebollar	£.	2.10.00
Flete de ferrocarril	,,	1.01.00
Ensacado	,,	0.11.00
Gastos generales	,,	0.05.00
Gastos en Antofagasta	,,	0.03.06
Costo de la tonelada en Antofagasta	£.	4.10.06
Fletes, seguros, &	,,	1.15.00
Costo de la tonelada en Liverpool	£.	6.05.06

Los nueve décimos de la producción de Chile corresponden á Ascotán.



N.M.

F.C. para el borato

Orilla del lago

Orilla del lago

Ferrocarril de Antofagasta á Bolivia

OTAN

ato

de 0m01 á 0m30

0m01 á 0m30

0m01 á 0m30

Fig. 8. Boratera de Ascotan

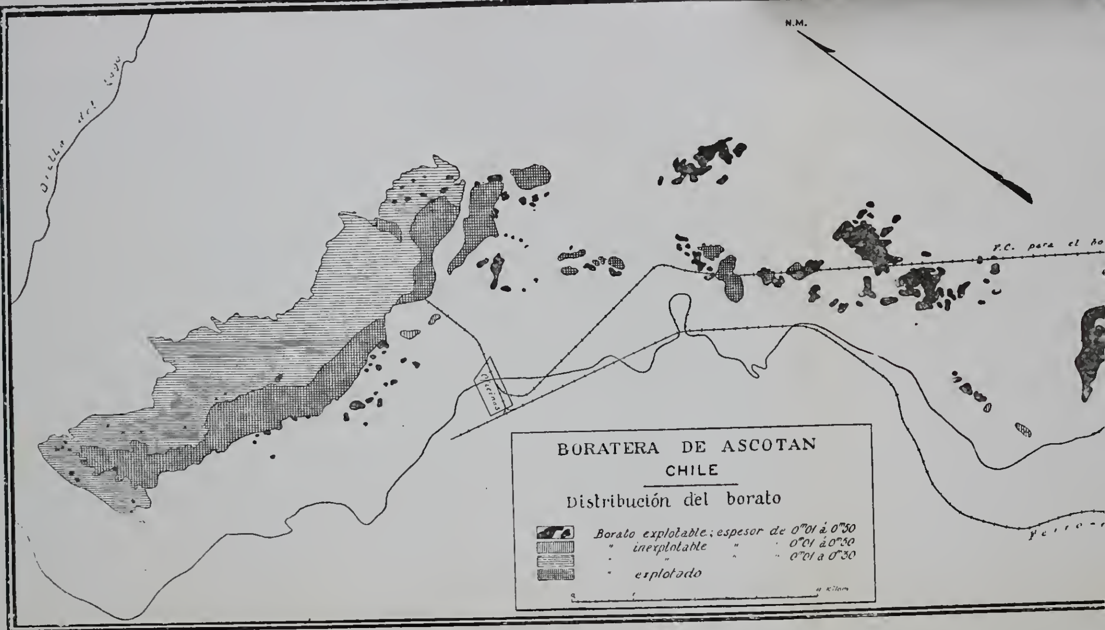


Fig. 8. Boratera de Ascotan

Maricunga

Las borateras de este nombre se encuentran á mayor latitud que las demás conocidas en Chile; el puerto vecino es el Caldera, de donde hay un ferro-carril hasta un lugar llamado Puquios, que dista 120 kilómetros de Maricunga, habiendo entre estos dos puntos un buen camino carretero. Se han hecho estudios para prolongar el ferro-carril que concluye en Puquios con el término del ferro-carril de Buenos Aires á Tinogasta, cuya ejecución parece se llevará á cabo pronto.

La hoyada de Maricunga es de vasta extensión, pues tiene 34 Km. de largo por 10 de ancho y queda encerrada por grandes nevados. El borato se presenta de manera muy semejante al de Ascotán, pues bajo una ligera capa de cloruro de sodio impuro se encuentran bancos de borato, cuyo espesor oscila entre 20 cm. y 1 m.

El químico de Valparaíso señor Moser, hizo el análisis de varias muestras, cuyo resultado es el siguiente:

CONTENIDO	1	2	3	4	5
Anhidrido bórico..	20.95%	24.11%	26.81%	23.52%	15.85%
Cloruro sódico......	22.94 ,,	26.52 ,,	25.38 ,,	18.70 ,,	18.54 ,,
Sulfato cálcico......	15.03 ,,	4.18 ,,	0.71 ,,	2.23 ,,	24.92 ,,
Acido cálcico.........	7.66 ,,	8.53 ,,	9.45 ,,	8.66 ,,	6.29 ,,
» magnésico...	0.81 ,,	0.50 ,,	0.39 ,,	0.44 ,,	0.39 ,,
» sódico..........	0.28 ,,	0.93 ,,	0.41 ,,	0.35 ,,	0.78 ,,
Agua.....................	32.16 ,,	34.30 ,,	36.74 ,,	35.85 ,,	32.56 ,,
Insolubles..............	0.37 ,,	0.93 ,,	0.11 ,,	0.25 ,,	0.67 ,,

Esta boratera no se explota actualmente por no estar aún definida su situación legal; pero ofrece grandes facilidades para trabajarla, aún en las condiciones actuales, pues el trasporte hasta Puquios no es muy caro, por disponerse de facilidades. Este importante yacimiento será, cuando se explote, un rival del de Ascotán.

En esta laguna se ha encontrado una especie de borato, que se presenta cristalizado y con brillo diamantino, compuesto de una asociación de borato y cloruro de cal; esta especie nueva no ha sido aún clasificada.

Pedernales

Esta salina, que es también el fondo de una cuenca, formada por elevados picachos, tiene considerable amplitud, más ó menos 600 Km. cuadrados, y está á 3,440 metros sobre el nivel del mar. Para salir á un puerto, hay que llegar primero á Pueblo Hundido, siguiendo un camino de 126 Km. de longitud, y de allí á Chañaral hay 46 Km. de vía férrea.

Afirma el Ingeniero Lorca que el borato se presenta aquí abundante, en capas hasta de 1 m. 20 de espesor, cuya extracción queda dificultada por la naturaleza fangosa del terreno.

El borato de esta salina es muy impuro, conteniendo sobre todo elevada proporción de sulfato de cal, pues pasa del 20%. Esta circunstancia impedirá probablemente que esta boratera pueda competir con las demás de Chile.

Chilcaya

Parte de esta boratera se encuentra en territorios que pertenecieron á Bolivia y que pasaron á Chile por el tratado de 1894; la otra parte está en terrenos de Tacna, que aún retiene Chile. Debido á la situación creada por un estado de cosas aún no resuelto y á la vaguedad de la demarcación territorial, ha sido imposible definir claramente las propiedades que sobre esta boratera se han querido formar. La «Borax Consolidated», hizo un contrato de compra con la sociedad chilena que ha logrado obtener títulos de propiedad sobre esta boratera, organizándolos conforme á las leyes bolivianas. Esa compra se basa en la cantidad de borato que existe en el yacimiento, después de cubicaciones efectuadas por peritos nombrados por ambas partes. Pero á pesar de haberse establecido detalladamente en el contrato las condiciones en que esa cubicación debía verificarse, han surgido en la práctica divergencias que hasta aquí no se han resuelto.

Mientras tanto, apesar de la riqueza que esa salina parece encerrar de sales borácicas, pues se considera como el más importan-

te de las de Chile, no se piensa en hacer una explotación formal, verificándose solo una extracción muy reducida. Aquí sería también necesario un ferrocarril.

Otras borateras

Además de estos yacimientos existen otros en Chile, como son los de Cariquina, cerca de Pisagua; Pocoponi, cerca de Iquique; Carrilan y Carcote en la misma región. En el departamento de Antofagasta se han reconocido depósitos boratíferos, como los de Ujina, Chiu-Chiu, Dioloque y otros; todos los que no han sido sino superficialmente reconocidos y carecen por hoy de medios de transporte económicos.

Es preciso mencionar también las borateras de Pintados y el Toco; las primeras ubicadas á los 69° 30 de longitud 0. de Greenwich y 21° 45′ de latitud sur y las segundas á 70°40′ de longitud 0. Greenwich y 20° 30′ de latitud sur.

Las borateras de Pintados se hallan en situación favorable, pues solo distan 90 Km. de Iquique. Estas borateras que son de propiedad de la «Borax Consolidated», por las que ha abonado Lp. 50,000, contienen regular proporción de cloruro de sodio mezclado al borato.

El borato de Toco tiene el inconveniente de presentarse muy mezclado de nitrato.

Estas borateras no se trabajan por ahora, porque los yacimientos de Ascotán ofrecen mayores ventajas.

———

Producción de boratos en Chile

TONELADAS MÉTRICAS

AÑO	PRODUCCIÓN	AÑO	PRODUCCIÓN
1874	453	1895	4,532
1875	260	1896	6,486
1876	47	1897	3,161
1877	47	1898	7,034
1878	47	1899	14,951
1879	670	1900	13,177
1880	645	1901	11,547
1881	3,140	1902	14,326
1882	4,312	1903	15,731
1883	3,057	1904	16,439
1884	2,210	1905	18,652
1885	1,963	1906	28,435
1886	1,720	1907	28,292
1887	4,056	1908	31,740
1888	1,670	1909	31,791
1889	3,670	1910	33,745
1890	3,575	1912	43,541
1891	7,145	1913	42,011
1892	3,016	1914	33,962
1893	4,587	1915	15,898
1894	6,700	1916	12,992

Año 1917 (7 meses) 4,889.

ARGENTINA

Casi todos los yacimientos de boratos se encuentran en el territorio de los Andes, que está situado en la parte septentrional de esa República, colindante con la de Chile y muy cerca de Bolivia (Pl. 9). Esa región, que está en plena cordillera, es la continuación de la importante zona volcánica que ocupa el sur el Perú y la parte norte del territorio chileno. Las cadenas de cerros corren en dirección N. S. y dejan entre ellas importantes hondonadas en donde se han formado lagos, cuya altura sobre el nivel del mar está alrededor de 4,000 metros.

A tal altura y con la ausencia de lluvias que caracteriza á esa región, la vejetación es en extremo escasa; los pastos naturales pueden sostener animales como las llamas ó las ovejas, pero la alfalfa es necesario irla á buscar á menores alturas, resultando así costosa en esos lugares. El agua es también escasa, pues muchos de los riachuelos permanecen secos en buena parte del año, de modo que el viajero debe saber de antemano el lugar donde vá á detenerse, á fin de no verse privado de ese elemento. Como combustible hay la yareta; el clima es muy rígido, descendiendo en la noche el termómetro á 25 centígrados bajo cero y aún menos. Los vientos son frecuentes en las tardes y en la época de lluvias, en los meses de enero y febrero, las tempestades son frecuentes.

Todos los caracteres, tanto geológicos como metereológicos, son muy semejantes á los de la región boratera de Salinas en el Perú.

Cauchari

Esta salina se encuentra en el fondo de una extensa depresión en forma muy alargada, pues tiene 80 Km. de largo por 10 Km. en su parte más ancha. Esta hoyada se extiende en dirección N. S. y la parte septentrional se conoce con el nombre de Salina de Olaroz, para distinguirla de la de Cauchari, estando unidas ambas por medio de una garganta de 1 Km. de ancho.

En toda la extensión de la laguna, se presenta el borato, en manchas aisladas y en cantidad muy diversa. En la parte norte, situada en la salina de Olaroz, asi como en la sección inmediatamente al sur de la reunión de las dos lagunas, los depósitos borateros que se han reconocido, no son de gran importancia; por lo general se presenta el borato en capas, que no forman un espesor de más de 25 cm. Un poco más al sur las condiciones mejoran, pues se han encontrado bancos hasta de 50 cm. de potencia, de borato bastante limpio.

Las borateras de mayor importancia de la salina de Cauchari, se encuentran hácia el centro de ella, en una zona de angostamiento, pues allí la hoyada no tiene sino 3 Km. de ancho. La más rica de esas borateras es la "Porvenir", que es támbién una de las más importantes de las de la Argentina; en ella el borato se presenta en capas uniformes y en cantidad abundante, llegando en unos sitios excepcionalmente hasta 2 m. de espesor. Este borato contiene regular cantidad de cloruro de sodio, el que se separa por lavado.

En esta boratera se paga á razón de 6 pesos moneda argentina la extracción de la tonelada de borato.

La mina "Siberia" ha tenido importancia; fué la primera que se denunció en la Argentina en el año 1884; la superficie de la concesión es de 24 hectáreas y contenía buenas extensiones con borato, en una capa que tenía en promedio, cerca de 1 m. de espesor; se encuentra actualmente paralizada, después de haberse extraído 3,400 toneladas de borato.

Al lado de estas minas, hay otorgadas una serie de concesiones, que contienen todas borato, aunque en manchas separadas, siendo la más interesante la prolongación al este de la "Siberia", donde el borato adquiere un espesor de 1 m. en ciertos sitios, y la boratera "Elena", en la que se han explotado dos manchas de reducida extensión de 30 á 50 cm. de espesor.

En el extremo sur de la laguna, se ha constatado también el borato, pero no se le ha visto en capas de más de 20 cm. de espesor, habiendo en esta sección el inconveniente que la laguna es cenagosa.

En la laguna de Cauchari se han otorgado en todo 43 concesiones con una superficie total de cerca de 53 kilómetros cuadrados; más de las 9 décimas de esas concesiones, pertenecen actualmente á la Empresa belga "Compagnie Internationale des Borax".

La salida de los productos de esta salina se verifica por el ferrocarril de Buenos Aires á Salta, necesitando llevarlos primero á un punto llamado Chorrillos á un día de las borateras y de allí á Cerrillos, que es la estación de ferrocarril más próxima de la que dista al centro de Cauchari 180 Km., costando 10 pesos el trasporte de la tonelada de las borateras á Chorrillos y 50 de Chorrillos á Cerrillos, es decir al ferrocarril.

Pastos Grandes

Al sur de la salina de Cauchari, se encuentra la de Pastos Grandes, cuyas dimensiones son mucho más reducidas que aquella; el borato se presenta aquí de modo distinto, pues en lugar de encontrársele en el fondo de la hoyada y bajo la capa de sal de la laguna desecada, se le vé en las vecindades de la laguna, donde parece haberse formado á la salida de las aguas de manantiales subterráneos, que también han dejado importantes deposiciones de yeso. Tal disposición, que pudiera ser corriente en muchas borateras, corresponde á aquellas en que las aguas no han labrado aún los sitios en que los boratos se depositaron, para arrastrarlos hasta la laguna misma, ya formando las capas, ya los bancos, ya las aglomeraciones de "papas" ó rodulos de borato.

Aquí los depósitos tienen extensión superficial reconocida y nunca llegan á ocupar más de 2 hectáreas, con espesor variado que alcanza en sitios hasta 50 cm.

El Dr. Reichert en una muestra, de tipo de mineral corriente en este lugar, ha dado el siguiente análisis:

Acido bórico	31.05 %
Agua	28.01 »
Sodio	7.67 »
Cal	9.24 »
Cloruro de sodio	17.35 »
Yeso	1.98 »
Oxido de hierro	1.10 »
Insolubles	3.60 »

La "Compagnie Internationale des Borax" tiene aquí varias concesiones.

Los recursos escasean tanto en Pastos Grandes como en Cauchari; es necesario traer las alfalfas de lugares á un día de distancia.

Ninguna de las concesiones borateras en esta salina, así como en la de Cauchari, se trabajan actualmente.

El punto más cercano del ferrocarril es también Cerrillos, pasando por Chorrillos; de Pastos Grandes á este punto el flete cuesta al rededor de 10 pesos la tonelada; ya hemos dicho que de Chorrillos á Cerrillos el trasporte cuesta 50 pesos.

Diablillos

Entre la salina de Pastos Grandes y la más importante del Hombre Muerto al sur, se encuentran, jalonando el espacio comprendido entre ellas, las lagunas saladas de Aguas Amargas, Centenario, Pampa Ciénaga, Ratones y Diablillos. De todas estas lagunas la única que parece encerrar riqueza borácica es la última; aquí la "Compagnie Internationale des Borax" tiene concesiones que cubren un área de 28 kilómetros cuadrados.

El borato se presenta allí de la manera siguiente: bajo una capa de arcilla y arena de 20 cm. de espesor, aparece la capa de borato mezclado con tierra, la que recubre una capa de borato limpio y cristalizado. El espesor aumenta de los bordes de la laguna, en que la capa de borato tiene de 5 á 10 cm., al centro, donde alcanza á tener 60 cm. de potencia.

El doctor Reichert dá el siguiente análisis de una muestra de ese borato:

Acido bórico anhidro	30.64 %
Agua	30.02 ,,
Sodio	8.70 ,,
Cal	9.34 ,,
Cloruro de sodio	6.01 ,,
Carbonato de cal	4.15 ,,
Sulfato de cal	0.53 ,,
Oxido de hierro	1.34 ,,
Silicato de aluminio	4.10 ,,
Arena	4.34 ,,

Pl. 9

BORATERAS
DE LA
REPUBLICA ARGENTINA

Salinas y Borateras
Caminos
Límites internacionales
Límites interprovinciales

Escala – 1:2.500 000

Fig. 9. Las borateras de Argentina

La estación del ferrocarril más cercana á esta boratera es la de Zuviría, que está á 6 jornadas para mulas de carga y el costo del transporte entre Diablillos y esa estación es de 80 pesos la tonelada.

Hombre Muerto

La salina del Hombre Muerto tiene una gran extensión, pues cubre 650 kilómetros cuadrados. De esta superficie solo 2 km. 4 se han concedido como terrenos borateros.

La manera como se presenta aquí el borato es muy variable, encontrándosele en capas cuyo espesor máximo constatado ha sido de 60 cm. y con ley hasta de 40 % de ácido bórico y 33 % de agua.

Rincón

Esta salina se encuentra al S. O. de la de Cauchari; es uno de los lagos más extensos del territorio de los Andes; contiene gran cantidad de cloruro de sodio, pues en casi toda su extensión existe una costra de 20 á 30 cm. de espesor. Solo en una pequeña sección se ha constatado la existencia de borato, bajo la capa de sal y en ciertos sitios se han apreciado bancos de boratos de 50 cm. de espesor.

Otras Borateras

En condiciones más ventajosas que los yacimientos borateros del territorio de los Andes, se encuentran los de las provincias de Jujuy y Salta, como son los de Guayatayoc y Salinas Grandes; estos últimos son los más importantes y los que más se prestan á la explotación. En la mina "Tres Morros", que se encuentra en el centro de Salinas Grandes, hay capas que ofrecen el borato con bastante pureza y en cantidad, pues el espesor corriente es de 80 cm. El Dr. Reichert que ha analizado una muestra, dá el siguiente resultado:

Acido bórico anhidro	36.90 %
Agua	33.20 ,,
Sodio	9.03 ,,
Cal	12.10 ,,
Cloruro de sodio	5.08 ,,
Arena	3.05 ,,
Oxido de fierro	1.15 ,,

Esta boratera es propiedad de la "Compagnie Internationale des Borax" y se explota en la actualidad; el borato es desecado con lo que se eleva la ley á ácido bórico al 50 %.

Esta boratera queda mucho más cerca de la línea del ferrocarril, que las demás que hemos descrito; la estación de embarque es también la de Cerrillos, pero el transporte desde la boratera á esa estación solo cuenta 22 pesos, en lugar 60 y más para las otras borateras que hemos mencionado; esta es la razón primordial de su explotación actual.

En la misma salina existen otros depósitos de borato, como son los de "Niño Muerto" y "Triunvirato", en las que la explotación se encuentra menos desarrollada que en los de "Tres Morros"

La explotación de las borateras del territorio de los Andes, no podrá ser un hecho mientras no existan ferrocarriles que lo unan con la costa. El actual costo de 60 pesos mínimum, para transportar una tonelada hasta un punto del ferrocarril de Salta á Buenos Aires, más el valor del flete por este ferrocarril, eleva tanto el precio de costo, que no queda utilidad alguna.

La falta de recursos en esa región desamparada y rehacia es otro inconveniente, pues no permite el establecimiento del arrieraje en grande escala; pero él desaparecerá en cuanto la línea férrea llegue á esa comarca. Las borateras tienen extensiones considerables y el borato es de buena calidad; en cuanto los medios de transporte faciliten la extracción, sin duda alguna que la Argentina será un serio competidor de Chile, en esta industria.

Una tonelada de borato calcinado de "Tres Morros" viene á costar, puesta á bordo en Rosario al rededor de 110 pesos que son cerca de £. 10. Solo se puede, con tan elevado costo, proveer al consumo local, que es reducido, pues no se eleva á más de 500 toneladas al año.

El territorio de los Andes se encuentra mucho más cerca de la costa del Pacífico que la del Atlántico; el ferrocarril de Salta á Buenos Aires tiene de 1,576 Km. de longitud; en cambio un ferrocarril á Antofagasta ó Mejillones no tendría mas de 400. El proyecto de continuar el ferrocarril de Salta hasta ese puerto chileno pasaría por la región boratera, bordeando la salina de Cauchari.

Con tal ferrocarril las borateras argentinas podrán sacar sus productos de un lado ú otro; pues si por el Pacífico tendrían la ventaja de un recorrido de ferrocarril relativamente reducido, por el otro, habría la conveniencia de que los fletes en el Atlántico son más bajos.

Existe también el proyecto de prolongar el ferrocarril cuyo término es Tinogasta, hasta Copiapó, y debe comenzarse en breve su ejecución; con este ferrocarril será también posible la explotación de las borateras, pues estas quedarían á un día de camino de una estación de esa línea en proyecto.

BOLIVIA

En este país existen varios depósitos importantes de boratos, que hasta hoy no se han puesto en trabajo.

Podemos citar la boratera de "Capina" á 150 kilómetros de la estación San Pedro, del ferrocarril de Antofagasta á Oruro, estación á 312 kilómetros de ese puerto. La laguna tiene 10 kilómetros de largo por 4 de ancho, y el borato se presenta en manchas de 15 á 30 cm. de espesor, alcanzando en sitios mayor potencia.

También se conocen las borateras de Llipi-Llipi, á algunos kilómetros de la estación de Río Grande, á 545 kilómetros de Antofagasta; el borato es de buena calidad y se han constatado manchas con espesores entre 10 y 15 cm.

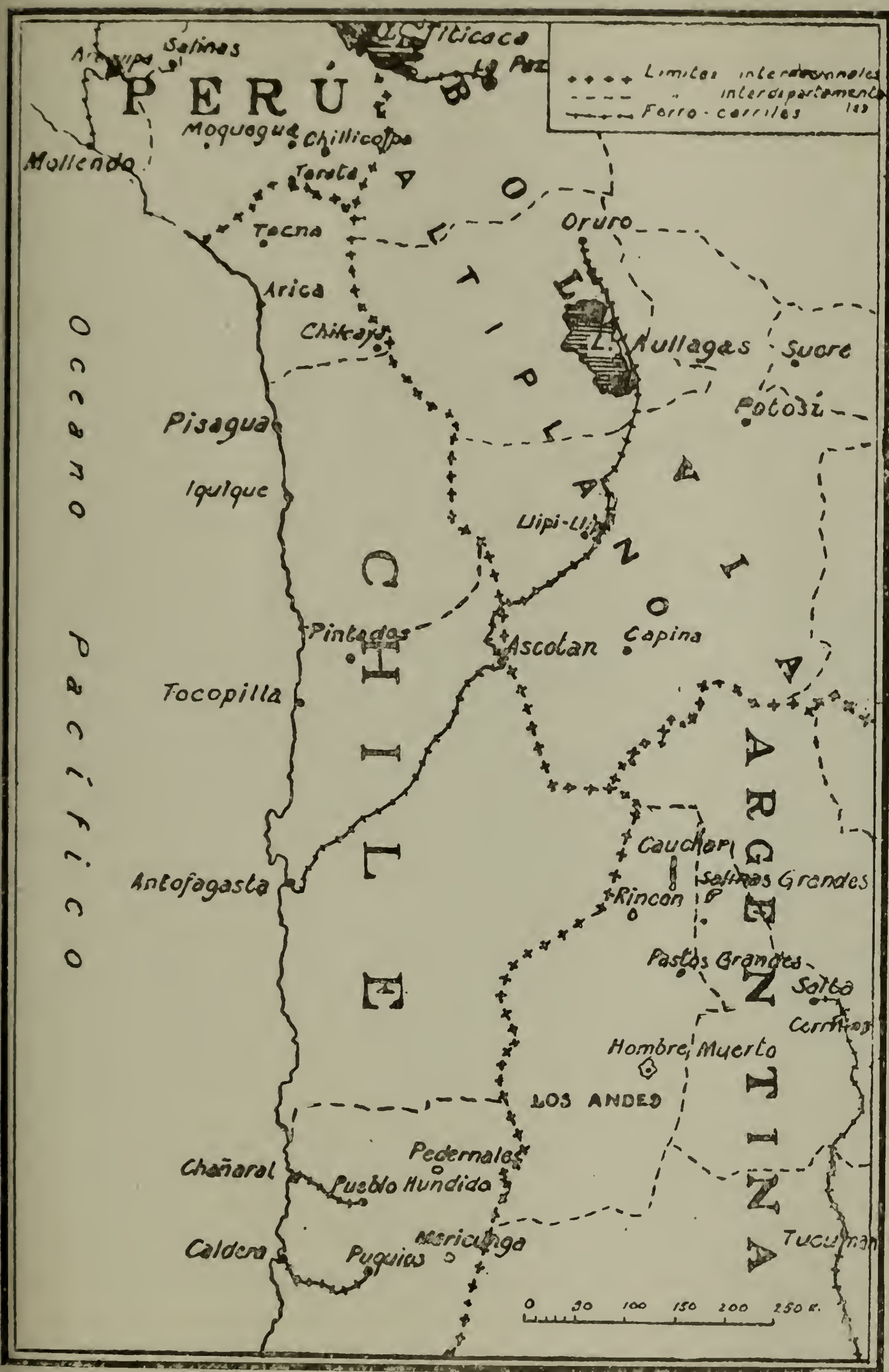


Fig. 10. La región de los boratos en la América del Sur

CAPITULO III

PERU

Los boratos se encuentran en varias regiones del Perú, en las provincias de Arequipa, Tacna y Parinacochas; se ha creído que existían también cantidades apreciables en la laguna de Azángaro; pero todos los cateos que se han hecho han dado resultados negativos. Esta laguna solo presenta una costra superficial de sal común, bastante pura, que se forma en la época del estiaje. La laguna de Parinacochas sólo ofrece una pequeñísima cantidad de borato, pues el agua no contiene sino 0.12 gr. de sales por metro cúbico y de esas el 1.36 % es ácido bórico anhidro.

El yacimiento más importante del Perú y uno de los primeros de Sud-América, es el de Salinas en el departamento de Arequipa y por eso haremos de él un estudio detallado.

En Tacna existen las borateras de Chillicolpa, que son de algún interés.

Boratera de Salinas

RESEÑA HISTORICA

El yacimiento boratero de Salinas fué descubierto el año 1890 por un arriero argentino que pasó casualmente por el lugar, conduciendo una partida de mulas que llevaba en venta. Por haber conocido borateras en la Argentina, sospechó allí la existencia de boratos y haciendo un pequeño pozo comprobó que efectivamente los había. Sin ningún interés directo por el importante descubrimiento que realizaba, lo puso en conocimiento de los señores Bize y Escomel de Arequipa, quienes á su vez lo trasmitieron al señor Alfredo Forga.

En sus correrías en el Perú, el mismo arriero argentino, conoció, á poco de ahí, al súbdito alemán Hilfiger, á quien también habló de su hallazgo, lo que indujo á éste á visitar Salinas y al mismo tiempo que confirmaba la existencia de una capa de boratos, aplicaba los conocimientos que tenía de agrimensura para levantar un pequeño croquis de la laguna.

Como Hilfiger carecía de medios para cubrir los gastos que demandaba la toma de posesión del yacimiento, ocurrió á don Juan Manuel Escurra, quien puso primero en duda la existencia del depósito, pues le parecía inaceptable que existiendo esa riqueza con los caracteres que Hilfiger refería, no hubiera sido ya revelada, pero se decidió luego á avanzar los fondos necesarios. Hizo Escurra el denuncio y entonces supo que hacían ya once meses que Forga se había presentado como descubridor pidiendo las estacas que la ley acuerda; pero como no había cumplido con los trámites que el Código establece y el plazo que la ley prescribe para la toma de posesión estaba ya vencido, se presentó Escurra pidiendo la anulación del auto de amparo y que se le reconociera á él los derechos de descubridor.

El Juez dió á Forga un plazo adicional de 30 días para perfeccionar su expediente y tomar la posesión; pero como este término se corriera durante la estación lluviosa del año y fuera indispensable á Forga tener un plano de la región para poder definir sobre él la situación de la zona de borato,

dada la gran extensión de la laguna y la ignorancia en en que se encontraba respecto á la sección en que podía encontrarse esa sal, prefirió transar con Escurra, quien hábilmente consiguió para sí la mejor parte, pues de las cincuenta estacas descubridoras, 10 fueron para Forga y 40 para Escurra.

Una vez que la posesión fué otorgada á don Juan Manuel Escurra, hizo por medio de testas, numerosos denuncios que abarcaron casi toda la laguna; por su parte Forga denunció 120 estacas, que redujo á 117 al tomar la posesión.

Con tan buena concesión formó Escurra la "Compañía Boratera de Arequipa" con capital social de Lp. 2.000, con el fin de explotar el yacimiento, comenzando con muy buen éxito. Instaló primero hornos de desecación en Arequipa; cuando vió que el negocio marchaba para mayor amplitud, obtuvo de una casa compradora de borato un adelanto de Lp. 15.000 con las que instaló hornos de desecación en Salinas y dió impulso á la extracción, llegando á producir hasta 7.000 toneladas el año 1896, que ha sido una de las mayores producciones hasta la fecha.

La capacidad productora que así demostraba tener Salinas, hizo parar mientes á los directores del mercado mundial del borato, los que trataron de imposibilitar su explotación, provocando una súbita baja en el precio y de Lp. 12 que se pagaba por la tonelada de borato en el año 1893 bajó la cotización á menos de Lp. 7. La boratera de Salinas no podía resistir á tan bajo precio, pero Escurra con gran visión financiera, decidió continuar exportando, apesar de que perdía una libra por tonelada, pero el resultado fué que el trust que se había formado entre los más fuertes productores de boratos del mundo, viendo que la boratera de Arequipa podía resistir, decidió la adquisición de la propiedad, abonando Lp. 100.000 á Escurra, Lp. 12.500 á Forga y Lp. 12.500 á Bize y Escomel.

Así se realizó en el Perú uno de los mas brillantes negociados de que se tenga noticia, pues los accionistas recibieron un millón de soles por los veinte mil que habían expuesto, es decir, que recibieron 50 veces el valor del dinero invertido, después de haber estado al borde de la quiebra, pues, cuando cedieron sus derechos debían la suma de Lp. 7.000.

La "Borax Consolidated" dió impulso á los trabajos de explotación, instalando los 12 hornos de desecación que existen hoy, y tendiendo una línea decauville de 15 kilm. de largo, entre la oficina y los pozos de extracción; después de tres años de labor, se inició un litigio, promovido por un señor Chabaneix, que había lo–

grado obtener unos denuncios que comprendían terrenos que habían sido trabajados por los anteriores poseedores, entablando reclamación por el borato extraído. La "Borax Consolidated" suspendió entonces la explotación, y para cortar dilaciones, después de dos años, transó abonando la suma de Lp. 14,000.

Así quedó la "Borax Consolidated" dueña de toda la laguna que considerando los gastos que tuvo que hacer en arreglos, litigios, alcabalas, etc., le representó un desembolso de Lp. 150.000 en números redondos, capital que pasó casi en su totalidad á manos de nacionales.

La misma Compañía, á fin de dejar bien definida su propiedad pidió una remensura de sus estacamentos, que en el año 1906 tocó ejecutar al autor de este folleto y cuyos resultados consigna el Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú Nº 49.

La explotación que en Salinas ha hecho la Compañía concecionaria, ha ido descendiendo, como se puede constatar en el cuadro de la pág. 62, reduciéndose sobre todo desde que estalló el conflicto europeo; pero la exigua producción que desde hacen quince años no llega ni á 3.000 toneladas anuales, no corresponde ni al capital que ahí tiene comprometido la Borax Consolidated, ni á la riqueza de este importante depósito. Esa Compañía ha hecho gestiones ante el Gobierno Peruano para obtener ciertas seguridades que le permitan llevar á cabo un ferrocarril entre Arequipa y Salinas, único medio para poder desarrollar una explotación intensiva y obtener el producto á un precio razonable. El Gobierno no ha decidido aún nada sobre el particular.

Descripción del yacimiento

Situación y caminos.—La laguna de Salinas se encuentra situada en la línea limítrofe de los Departamentos de Arequipa y Moquegua, al E. de la ciudad de aquel nombre, á la que está unida por un camino de herradura de doce leguas de largo.

Por lo general, de Arequipa se hace el viaje á Salinas en dos jornadas cortas, (la diferencia de nivel entre ambos puntos es de 1,800 m., siendo la altura de Salinas 4,300 m., lo que hace pesado el ascenso). El primer dia de camino se descansa en el pueblecito de Chiguata á 4 leguas de Arequipa y á cerca de 3,000 m. de altura sobre el nivel del mar; también se puede hacer la "pascana" en el pueblecito de Cachamarca, que está á un kilómetro al



El pueblo de Chiguata y el Misti



El Pichu-Pichu visto del lado de Salinas

Norte de Chiguata. La parte mas empinada del camino es la que media entre estos puebleeitos y Salinas, ascendiéndose la ladera O. del Pichu-Pichu, hasta llegar al punto llamado "Yareta Apacheta" á 4.850 m. de altura; de allí se desciende siguiendo la falda Norte del mismo cerro, hasta llegar á la laguna, que hay que bordear, para llegar á su extremidad sud-este, donde está la oficina en actual trabajo.

El camino está en buen estado, siendo la mas cómoda la parte entre Yareta Apacheta y Salinas; entre Chiguata y Arequipa, el camino es aceptable y preferible al que existe entre Arequipa y Cachamarca, pues por estar este pueblo mas cerca del volcán Misti se tiene que atravesar una infinidad de pequeñas quebradas que bajan de él

Fisiografía y Geología.—La laguna de Salinas ocupa el fondo de una gran hoyada, formada por cerros bastante elevados que constituyen una cadena de forma circular, que al E. termina en el volcán Misti y al O. en el Ubinas; el más alto de ellos es el Pichu-Pichu, á cuyo pie se encuentra la laguna; al E. se extiende una gran pampa, que cierran los cerros Chibiría, Ajana y Condorillo; el Pucasalla estrecha la laguna. Al NE. del Pichu-Pichu, bordean la laguna los pequeños cerros llamados "Las Cuevas" y "Ochocollo".

La configuración de todos los cerros es semejante; las partes bajas están cubiertas por detritus, que tienen superficies planas y menos inclinadas; las partes altas están constituídas por picos agudos, manchados por óxidos ferruginosos; los detritus vecinos á las cumbres están coloreados por ocres, tomando tintes amarillos y rojizos, todo lo que dá el aspecto de una región mineralizada. Los cerros revelan fácilmente su origen volcánico, pues ostentan con claridad la superposición de "couleés" ó corridas de lavas de gran espesor; esto se comprueba con la naturaleza de la roca dominante, que es una andesita á biotita y horneblenda cuyos grandes cristales de plagioclás vitroso se destacan claramente sobre una pasta gris fina, en la que se observan pequeñísimos cristales de los elementos oscuros; en el Pichu-Pichu se vé principalmente, una roca verdosa de grano fino y aspecto uniforme, pero que á la lente deja observar fenocristales pequeños de plagioclás y horneblenda en medio de una pasta finamente granular, en la que dominan los elementos feldespáticos, y que probablemente corresponde á una andesita anfibólica.

Clima

El clima de Salinas es uno de los más rígidos del Perú y tal vez de todo Sud-América: el frío es intenso y el termómetro marca en ciertas noches hasta cerca de 30° bajo cero. Este hecho debe ser consecuencia de circunstancias especiales, independientes de la altura y latitud, contribuyendo en mucho los vientos que corren en la cuenca abierta y la constitución salina del suelo.

Durante cuatro meses del año, de diciembre á marzo, son frecuentes las lluvias y se desencadenan fuertes tempestades; el lago, que en el resto del año se presenta casi enteramente seco, se inunda entonces, cubriéndose al fin de la época lluviosa con una capa de agua de más de 50 centímetros de altura.

La evaporación, que es intensa, hace descender rápidamente ese nivel en cuanto cesan las precipitaciones atmosféricas. No se han hecho aún medidas de la evaporación en Salinas; en todo caso esta es muy diversa durante el día y durante la noche, pues las variaciones de temperatura son muy grandes; el viento, que por lo general corre en las tardes, es también factor muy importante; por otro lado, la evaporación es diferente en cada sitio de la laguna. Se puede aceptar, por ligeras experiencias que hemos hecho, que la evaporación no es inferior á 0.005 m. por día.

Es sensible que no se hayan registrado aquí observaciones metereológicas y debería preocuparse en instalar un observatorio con tal fin; solo en el año último se han apuntado las observaciones termométricas y aún cuando ello se ha verificado con interminencias, consideramos útil incluir las tablas de máximas y mínimas diarias, debiendo indicar que en este año las mínimas no han alcanzado cifras tan bajas que en ciertos años anteriores.

No existe vegetación en Salinas debido á la altura; solo crece un pasto natural, que sirve de alimento á las llamas y la yareta, que recubre los pedrones, la que como sabemos constituye un buen conbustible.

Por lo demás el clima es sano y tónico y aparte el mal de altura ó soroche, que exige adaptación del organísmo y buena constitución cardiaca, la vida humana es allí posible, aunque ruda.

Observaciones de temperatura en la laguna de Salinas (Arequipa) en grados centígrados

1916.

MAYO			JULIO		
DÍAS	MÁXIMUM	MÍNIMUM	DÍAS	MÁXIMUM	MÍNIMUM
1	38	—16	1	38	—20
2	32	—11	2	40	—20
3	31	— 9	3	38	—20
4	25	—14	4	39	—19
5	39	—18	5	38	—13
6	32	—19	6	40	—14
7	40	—12	7	39	—17
8	40	—16	8	40	—19
9	39	—17	9	39	—20
10	30	—20	10	39	—23
11	32	—18	11	40	—21
12	40	—16	12	35	—20
13	41	—16	13	34	—18
14	42	—18	14	42	—18
15	43	—18	15	39	—16
16	39	—17	16	40	—15
17	32	—19	17	39	—16
18	30	—20	18	40	—17
19	32	—21			
20	38	—18			
21	37	—16			
22	32	—17			
23	37	—17			
24	38	—14			
25	38	—14			
26	37	— 9			
27	39	—10			
28	37	—14			
29	38	—12			
30	38	—19			



Observaciones de temperatura en la laguna de Salinas (Arequipa) en grados centígrados

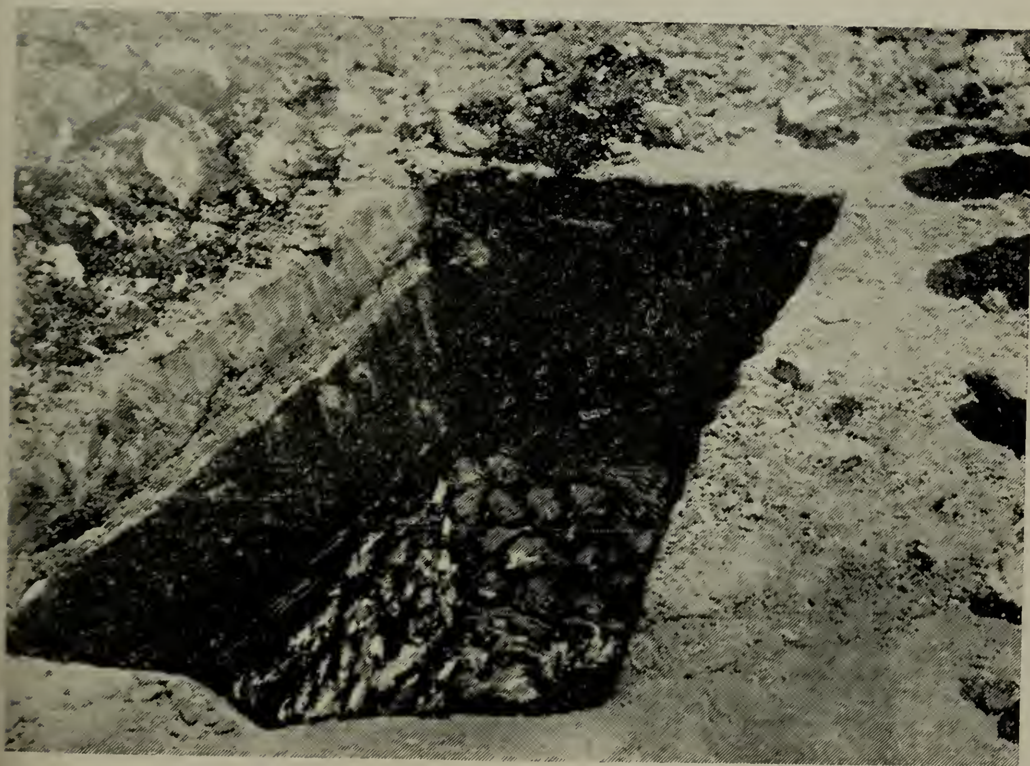
1916

SETIEMBRE			OCTUBRE		
DÍAS	MÁXIMUM	MÍNIMUM	DÍAS	MÁXIMUM	MÍNIMUM
21	37	— 8	1	34.4	— 5
22	38	— 6	2	29.5	— 6
23	34	— 7	3	34	— 2
24	29	— 3.5	4	29	— 5
25	35	— 2.5	5	34.5	—10
26	36	— 5	6	34	— 8
27	35.5	— 1.5	7	35	— 8
28	32	— 8	8	36	— 5
29	33	—13	9	39	— 5
30	33	—12	10	35	— 2
			11	38.5	— 2
			12	18	— 1
			13	31	— 4
			14	32	— 7
			15	29	—10
			16	34	— 7
			17	32	—10
			18	34.5	—11
			19	33	—11
			20	33	— 8
			21	33	—10
			22	33	—11
			23	32	—11
			24	33	—12
			25	32	—12
			26	32	—11
			27	32	— 8
			28	28	—15
			29	30	— 8
			30	33	— 2
			31	33	— 7





La laguna de Salinas



Pozo para la extracción de borato

Observaciones de temperatura en la laguna de Salinas (Arequipa) en grados centígrados

1916

NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
DIAS	MÁXIMUM	MÍNIMUM	DIAS	MÁXIMUM	MÍNIMUM
1	30	— 9	1	29	— 2
2	29	—13	2	22	+ 1
3	29	—14	3	23	+ 2
4	30	—12	4	22	— 4
5	32	—10	5	28	— 6
6	30	—12	6	21	— 7
7	29	— 9	7	22	—11
8	29	— 2	8	24	— 5
9	29	— 5	9	29	— 4
10	30	— 3	10	28	— 3
11	30	—10	11	28	+ 2
12	30.5	—11.5	12	28	— 3
13	29	—14	13	22	+ 1
14	28	—15	14	32	+ 1.2
15	28	—15	15	32	+ 1
16	28	—14	16	21	— 5
17	32	— 6.5	17	28	— 2
18	22	— 5	18	22	— 3
19	28.5	— 7	19	30	0
20	30	—10	20	29	— 5
21	31	— 7	21	29	— 8
22	29.5	— 7	22	28	— 9
23	31.5	— 2	23	29	— 9
24	28	— 6	24	22	— 9
25	30	— 7	25	30	— 8
26	30	— 7	26	22	+ 1
27	29	—10	27	21	— 4
28	30.5	— 3	28	17	+ 1
29	30	— 3	29	20	— 1
30	19	— 1	30	23	— 2
			31	23	— 1.5

Observaciones de temperatura en la Laguna de Salinas (Arequipa) en grados centígrados

1917

MARZO			ABRIL		
DÍAS	MÁXIMUM	MÍNIMUM	DÍAS	MÁXIMUM	MÍNIMUM
15	30	—3	1	35	—7
16	31	—2	2	33	—6
17	35	—3	3	37	—7
18	34	—3	4	35	—7
19	30	—3	5	32	—8
20	28	—3	6	38	—8
21	33	—2	7	38	—7
22	35	—5	8	39	—5
23	33	—7	9	39	—6
24	35	—8	10	38	—8
25	34	—6	11	39	—7
26	36	—8	12	39	—7
27	37	—7	13	39	—8
28	36	—8	14	40	—7
29	35	—7	15	40	—5
30	38	—7	16	39	—6
31	35	—7	17	38	—7
			18	38	—7
			19	39	—6
			20	36	—7
			21	39	—5
			22	40	—6
			23	38	—8
			24	39	—9
			25	40	—6
			26	38	—5
			27	38	—5
			28	36	—6
			29	34	—4
			30	33	—2



Observaciones de temperatura de la Laguna de Salinas (Arequipa) en grados centígrados

1917

MAYO			JUNIO		
DÍAS	MÁXIMUM	MÍNIMUM	DÍAS	MÁXIMUM	MÍNIMUM
1	39	— 9	1	40	—15
2	40	— 8	2	42	—15
3	40	—11	3	41	—15
4	39	—14	4	39	—14
5	40	—12	5	40	—15
6	40	—13	6	38	— 9
7	39	—13	7	39	— 8
8	39	—15	8	40	—10
9	41	—12	9	39	—13
10	40	—12	10	38	—10
11	33	—10	11	40	—10
12	40	—12	12	42	—13
13	41	— 8	13	39	—15
14	40	— 9	14	40	—15
15	37	—14	15	41	—16
16	40	—16	16	39	—13
17	40	—13			
18	39	—10			
19	40	—13			
20	38	— 9			
21	40	—10			
22	40	— 9			
23	41	—12			
24	39	—11			
25	38	—12			
26	42	—11			
27	41	—12			
28	39	—13			
29	40	—11			
30	44	—15			
31	40	—16			



El depósito salino

El cateo sistemático y completo que ha verificado ultimamente en la laguna de Salinas el ingeniero Mac Millan, así como la explotación que del yacimiento se ha hecho, permiten conocer los caracteres del depósito, su extensión y la cantidad de sales borácicas que contiene.

La distribución del borato es súmamente irregular en el sentido horizontal, (como puede apreciarse en el plano Nº 11) y en el sentido vertical. Por lo general se presenta en masas lenticulares, compuestas de venillas horizontales ó inclinadas ó de grupos de masas mamelonadas del tipo llamado "papas". Ni las venillas ni las papas alcanzan nunca un gran desarrollo y siempre queda entre ellas espacios llenos de arena impregnada de borato; en los sitios ricos la agrupación es más densa, llegando á formar capas casi puras que adquieren corrientemente 50 centímetros de espesor y llegan á veces á tener hasta 1 metro, pero rara vez tienen más de 1 metro cuadrado de superficie en el sentido horizontal.

No se conoce en Salinas la forma llamada de "bancos" en capas contínuas de espesor homogéneo y de gran desarrollo en el sentido horizontal; la manera de presentarse en masas de dimensiones reducidas es típico y los espacios que en el plano se ven, en que figura el borato en grandes superficies sin solución de continuidad, se refieren siempre á los grupos de venillas y mamelones referidos, que contienen mayor ó menor cantidad de sustancia extraña que es preciso eliminar al hacer su explotación, por medio de la operación que en el lugar se conoce con el nombre de "pelar el borato".

La profundidad á que se encuentra el borato es también muy variable; por regla general en los bordes de la laguna, la profundidad á que se presenta es pequeña, pero á medida que se avanza hacia el centro de la laguna, la capa de borato yace cada vez más abajo, habiendo sitios en que hay que buscarla á los 2 metros abajo de la superficie.

Aún cuando no hay regla absoluta en el orden en que se presentan las capas que forman la costra dura de la laguna de Salinas, la disposición que más corrientemente adoptan es la siguiente: una costra superficial delgada de cloruro de so-



Carguio del borato en Salinas



Carguio del borato en Salinas

dio mezclado con buena proporción de sulfato de soda que se apoya en una capa de arena, que tiene de 10 á 20 centímetros de espesor; esta capa, que en la época de lluvias queda bajo el agua, una vez que ésta se ha evaporado, adquiere en el resto del año una gran dureza debido á que el agua que ella retiene se congela, formando un blok que opone una gran resistencia para romperlo.

Bajo esta capa se presenta una de greda, de espesor variable, con venillas de borato ó sulfato intercaladas; más abajo se encuentra ya el borato en regular cantidad, pero mezclado con greda y arena; se conoce en el lugar con el nombre de "quemado" y es inaprovechable por la gran proporción de sustancia estéril. Sigue á esta capa las agrupaciones de lentes ó venillas de borato limpio explotable, quedando esta capa como ya hemos dicho á profundidades que varían de 50 centímetros á 2 metros.

Al perforar un pozo y extraer todo el borato que él ofrece, aparece más abajo una capa de tierra negruzca muy húmeda que despide olor de hidrógeno sulfurado y de pocos centímetros de espesor, que en cuanto se perfora, penetra agua en el pozo y asciende rápidamente hasta un nivel vecino al de la superficie.

El borato de Salinas es una boronatro calcita ó ulexita; se presenta bajo dos aspectos: uno que parece una masa comprimida de filamentos sedosos y otro en masas amorfas y homogéneas, de estructura casi terrosa pero de color blanco; el primero contiene mayor proporción de ácido bórico, el segundo tiene inclusiones de impurezas, como trozos de sulfato de cal y también venillas ó zonas de borato sucio ó de arena; la ley en ácido bórico que tiene al extraerse el borato de Salinas, es al rededor de 30 %, pero la desecación posterior eleva su ley hasta el 52 %, perdiendo parte de su agua de composición pues se rebaja ésta hasta el 4 %, teniendo la ulexita en su estado normal 43 % de ácido bórico y 35.5 % de agua.

Las sales que acompañan al borato de Salinas en calidad de impurezas son: el sulfato de soda, cal y magnesia, cloruro de sodio, arseniatos y diversos óxidos ferruginosos; casi todos se presentan en manchas aisladas, fáciles de distinguir en el borato húmedo por presentar colores distintos; así los sul-

fatos y arseniatos son amarillentos. Se puede retirar á mano cierta cantidad de sales extrañas al borato, operación que se hace apenas se extrae éste del pozo.

No toda la laguna se deseca, pues ciertas zonas permanecen durante todo el año cubiertas de agua y otras son fangosas; como la capa de borato es impermeable, esos sitios indican los lugares en que hay ausencia de borato, pues el agua que existe en el fondo de la laguna asciende entonces hasta la superficie.

El agua que se encuentra en el fondo de la laguna tiene en disolución pequeña cantidad de cloruro de sodio, pues llega sólo á 0.025 %.

Explotación del Yacimiento

La extracción del borato se hace por medio de pozos de dimenciones de un metro de ancho por 2 ó 3 de largo; cuando se ha extraido todo el borato que contiene cada uno de ellos, lo invade el agua que se encuentra bajo la capa de borato; entonces se abre otro pozo adyacente, dejando entre ambos un estrecho tabique que impide su inundación. Los pozos se disponen en series alineadas, entre las que se dejan caminos para las facilidades del transporte.

Antiguamente la explotación se hacía indistintamente, dejando al peón en libertad para escoger cualquier sitio, pero esto tenía el inconveniente de que se elegían solo los sitios en que la extración era fácil, quedando mucho borato perdido en el terreno. Con la explotación metódica indicada, solo se deja en el terreno la cantidad de borato contenida en el tabique de separación, entre un pozo y otro; el peón explota sucesivamente los piques colocados en la línea que se le asigna y no comienza uno hasta no haber agotado el anterior.

La cantidad de borato extraída por cada peón depende, naturalmente, del modo como se presenta la sal, quedando favorecido si la encuentra cerca de la superficie ó perjudicado si hay que buscarla muy abajo; pero en una serie de pozos, las condiciones llegan á equilibrarse y cada buen peón llega á sacar en promedio cerca de una tonelada al día, abonándosele Lp. 0.3.00 por carro de 800 kilos puesto al pié del pique.

Cada peón que extrae el borato tiene obligación de presentarlo limpio, es decir que antes de ponerlo en el carro debe "pelarlo", ó sea separarle toda la arena ó greda, eliminarle todo el borato quemado ó sea el de color oscuro, quitarle las manchas de sulfatos y arseniatos así como las venas de óxido ferrujinoso. Un vigilante para cada sección en trabajo, se encarga de cuidar que el borato que se embarca en los carros, se encuentre lo más limpio posible.

Todas las secciones de la laguna no son explotables, pues depende del espesor de la capa de borato y de la profundidad á que se encuentra; así, si es necesario llegar á un metro de profundidad, la capa de borato limpio debe tener por lo menos una potencia de 30 cmtrs.; el espesor económico puede disminuir naturalmente á profundidades menores, pero en regla general, cuando se presenta en venas de menos de 10 cmtros. á cualquiera que sea su profundidad, no se le extrae. En el plano Nº 11 queda señalada la distribución de la capa de borato según su espesor, así como las secciones de la laguna que se han explotado,

Una gran cantidad de borato, y en cantidad no inferior al utilizable, se queda perdido en la laguna debido á su gran cantidad de impurezas; así, se desecha todo aquel que no es enteramente blanco, el que está muy mezclado con arena ó greda. Si la ley de sulfato de cal es alta, se desecha también el borato, pues á partir de un contenido de 6 % de esta sal, el precio baja considerablemente, debido á que su presencia hace perder ácido bórico en la refinación. El cloruro de sodio es menos importante como impureza, á causa de su solubilidad, pero el arseniato debe eliminarse en lo posible.

Desecación del Borato

El borato recién extraído contiene del 55 al 60% de agua; se puede desecar en parte al aire libre, lo que exige una exposición en capa delgada durante unos tres meses y entonces baja la humedad hasta el 35%. Para hacer disminuir este porcentaje, hay que emplear el calor, necesitándose una temperatura no menor de 300º.

La desecación al aire libre no puede llevarse á cabo en Salinas, debido á que en todas las épocas del año se presentan lluvias y bastan pocos minutos de precipitación atmosférica para que el borato reabsorva la cantidad de agua que se ha empleado varias

semanas en evaporar. El caso no es el mismo que en la boratera de Ascotan, donde la ausencia completa de lluvias en nueve meses del año permite efectuar esta evaporación previa á la intemperie, que se traduce en economía de combustible.

Sin embargo, el borato de Salinas antes de entrar á los hornos de desecación, pierde generalmente un 5% de agua.

La instalación para desecar el borato en Salinas consta de 12 hornos de reverbero, acoplados por pares, cada uno de los cuales tiene 8 metros de largo por tres de ancho y el combustible que se emplea es la yareta.

Combustible.—El único combustible usado en la desecación es la planta característica llamada yareta, de la familia "saxífraga" que crece á alturas mayores de 4.500 metros y se desarrolla envolviendo los pedrones que sobresalen en la superficie del suelo; las ramas de esa planta se presentan unidas paralelamente, formando una masa compacta que solo ofrece al exterior sus terminaciones de florecillas verdes, constituyendo una superficie unida; el aspecto es de mamelones verdes de variadas dimensiones, según la edad que tienen ó la piedra que cubren. Parece que el desarrollo de esta planta es muy lento y que las ramas no crecen más de un centímetro por año.

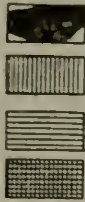
El interior de las ramas contiene fuerte proporción de resina cáustica, á que debe su combustibilidad; esa resina tiene aplicaciones farmacéuticas, pues debido á su causticidad se le emplea en ciertas cataplasmas.

La yareta recién cortada no arde, debido á la humedad que contiene; es necesario dejarla unos cinco meses al aire, con lo que se le seca, perdiendo el 50% de su peso. Es indispensable emplear la yareta en cuanto esta desecación ha tenido lugar, pues si se le deja mayor tiempo á la intemperie se reduce á polvo, por efecto de una combustión lenta.

Cada kilo de yareta produce al rededor de 3,000 calorías.

El precio que actualmente se paga por la yareta recién cortada es de 30 centavos quintal puesto en la oficina de Salinas; hacen 10 años se pagaba 22 centavos el quintal y el aumento de precio se debe á que los yaretales vecinos se han agotado, estando los que se explotan actualmente á medio día de camino de Salinas. Es probable que pronto haya que pagar un precio más alto aún.

Como la yareta pierde el 50% de su peso, según hemos dicho, el quintal de combustible útil viene entonces á costar en la actualidad 60 centavos.



BORATE
Departamen
Distrib
— Borato
— Borato
16°20'
16°20'
Tucsa
Las Cuevas

Fig. 11. La boratera de Salinas

Marcha de la desecación.—El borato antes de ser desecado se tritura y pasa por un cernidor de mallas de 2 centímetros; se le coloca entonces sobre el techo mismo del horno á fin de aprovechar parte del calor y luego se le introduce á la cámara por las aberturas superiores. Cada horno tiene tres puertas laterales, quedando el horno dividido en tres secciones; el borato que ocupa la sección vecina al hogar tarda tres horas en secarse y el de las otras dos secciones tarda seis horas.

Los humos al salir de la cámara principal, pasan primero bajo el piso, lamiendo las planchas de fierro de que está hecho por su parte inferior y luego regresan á la chimenea; dichos humos arrastran cierta cantidad de borato en polvo fino, que se recoje mezclado con los productos de combustión en la cámara de polvos; este borato, aunque de ley inferior, tiene valor como sub-producto.

Cada horno está servido por una brigada de un fogonero y dos ayudantes que se renuevan cada doce horas.

La capacidad de cada horno es de 84 quintales de borato seco en 24 horas. Hacen algunos años se empleaba 68 quintales de yareta, para rebajar la humedad contenida en 84 quintales al 12%; actualmente la proporción de agua contenida en el borato se rebaja á 5% y aún menos y esto exige un quintal de yareta por cada quintal de borato desecado.

La cantidad de combustible es como se vé muy elevada, debido en parte á la defectuosa construcción de los hornos, pues mucho del calor se pierde por la chimenea; así, cerca de la entrada de los humos á la chimenea, hemos constatado que la temperatura es de más de 400°.

La desecación del borato de Ascotán consume menor proporción de combustible: primero, porque como ya hemos dicho el borato pierde parte del agua por evaporación natural; segundo, porque los hornos están mejor comprendidos; tercero, porque no se trata de rebajar la humedad á menos del 10 %.

Como con la desecación en los hornos, el borato pierde toda el agua de imbibición y gran parte del agua de composición, si el borato se expone al aire, absorve rápidamente la humedad atmosférica, por lo que para exportarlo exige envases impermeables.

La operación de desecar el borato impone los gastos siguientes:

El acarreo del lugar de explotación á la cancha, cuesta 82 centavos por carro de 800 kilos, pues 16 carros de borato ó sea 4 viajes de 4 carros cada uno, exigen 6 mulas y 3 hombres. Cada mula consume 20 libras de pasto y 15 libras de cebada al día, costando en Salinas el pasto Lp. 0.3.00 quintal y la cebada Lp. 0.5.00 quintal. Cada carrero gana 50 soles al mes; como la desecación reduce un 50 % del peso del borato extraído, cada carro de 800 kilos queda reducido después de la desecación á 400 kilos; de modo que el transporte del pozo de extracción á la oficina, de las 2 y media toneladas, que se necesita para obtener una de borato seco, es de Lp. 0.2.05, para esa medida.

El molido y cernido del borato,que se hace á mano, cuesta Lp. 0.4.00 tonelada y el transporte de la cancha á los hornos cuesta Lp. 0.2.50.

Ya hemos dicho que se necesita un quintal de yareta seca por cada quintal de borato desecado ó 5 % de humedad ó sea al precio de 60 centavos por quintal de yareta seca, Lp. 1.2.00 el costo del combustible por tonelada de borato desecado.

Las manipulaciones del borato en el horno de desecación, cuestan Lp. 0.2.00 la tonelada.

Todos estos gastos, tanto de transporte hasta la oficina, manipulaciones en ésta y desecación,son subidos, pues la tracción animal es costosa y la disposición de la oficina, anticuada.

Transporte

El principal problema para el desarrollo de la explotación en vasta escala del yacimiento de Salinas, es el de los trasportes, pues no solo ellos gravan actualmente en proporción subida el valor del producto, sino que no se dispone en el lugar de los medios suficientes para incrementar el tonelaje transportable.

El trasporte en llamas presenta numerosos inconvenientes, entre otros el que estos animales no pueden hacer el viaje de Salinas á Arequipa en un solo día, lo que exige descargar el borato en el camino para cargarlo de nuevo, exponiéndose la carga á recibir la lluvia. Las mulas son preferibles, pero el número de que se puede disponer es tan reducido y hay tan pocas que se dediquen á la industria del arrieraje, que aún pagando buenos precios es difícil transportar siquiera 200 toneladas mensuales. El área reducida de que dispone Arequipa para sus cultivos, el alto valor de sus tierras y por consiguiente el elevado precio de los pastos

hacen que el sostenimiento de las acémilas sea tan costoso, que á menos de pagar precios muy altos, el arrieraje no constituye un negocio. No se puede pues pensar en que Arequipa proporcione un número competente de acémilas, ni que ellas puedan efectuar el acarreo á precio económico.

Hasta hace poco, se pagaba 70 centavos por qq. transportado de Salinas á Arequipa, pero este precio ha subido á Lp. 0.1.00 qq. y subirá pronto aún más. La Compañía Salinera paga Lp. 0.1.00 qq. por la sal que transporta de Salinas á Arequipa, en cantidad que al año no pasa de 8,000 qq.

Se han hecho estudios de transporte mecánico, ya para cablecarril ó ferrocarril. Aquel presenta inconvenientes, como el de necesitar varias estaciones intermediarias, que exigen constante cuidado; numeroso personal, incomodidades en el transporte de maquinarias y de pasajeros, etc. sin una sensible reducción en el precio de ejecución.

Una línea de ferrocarril parece lo más adecuado; de los diversos trazos el más á propósito es el que está representado en el plano Nº 12, y tiene un desarrollo de 82 kilómetros con una pendiente media de 3 por ciento.

Los estudios en el terreno fueron hechos por los ingenieros peruanos Ezequiel Lazarte, Oscar Quiroga y Miguel Zevallos, bajo la dirección del ingeniero Corry de la "Peruvian Corporation"; este ferrocarril para tracción á vapor, sería algo costoso por las dificultades del terreno. Se hizo después, por el ingeniero Mackay, un nuevo trazo de 54 km. de longitud, con pendiente de 5 por ciento, para tracción eléctrica, proyectándose una oficina generadora importante cerca del pueblecito de Chiguata, estimándose por ese ingeniero en Lp. 300.000 el costo total comprendiendo terraplenes, rieles, material rodante y oficina generadora, estaciones, etc.

Contribuiría á sostener los gastos de este ferrocarril, primeramente, el tráfico de pasajeros á los baños de Jesús, pues este lugar quedaría favorecido con esta línea. También habría algún movimiento de carga de los distritos de Moquegua y Arequipa vecinos á la línea; es posible que esta provocara la explotación de algunas minas que hoy no lo permite la dificultad de transporte y aún ciertas regiones mineras, como la de San Antonio de Esquilache, utilizarían el ferrocarril en proyecto, pues actualmente el costo de trasporte de esas minas al ferrocarril de Arequipa á Puno es más elevado que el que demandaría el llevarlo á Salinas.

Pero la base principal de este ferrocarril, dentro de las actuales previsiones, no puede ser sino el trasporte de los boratos.

Para estimar cual sería el costo de trasporte de la tonelada de borato de Salinas á Arequipa, á cualquier empresa que tomara la ejecución y administración de este ferrocarril, tenemos: que el capital de Lp. 300,000 al 16 % anual de intereses y amortización, arroja Lp. 18,000 al año, más unas Lp. 5,000 por gastos de administración, sostenimiento, material, etc., hacen Lp. 22,000 al año de gastos que hay que distribuir entre el tonelaje total movido; si este llega á ser de 30,000 toneladas al año, el costo por tonelada será de Lp. 0.7.66.

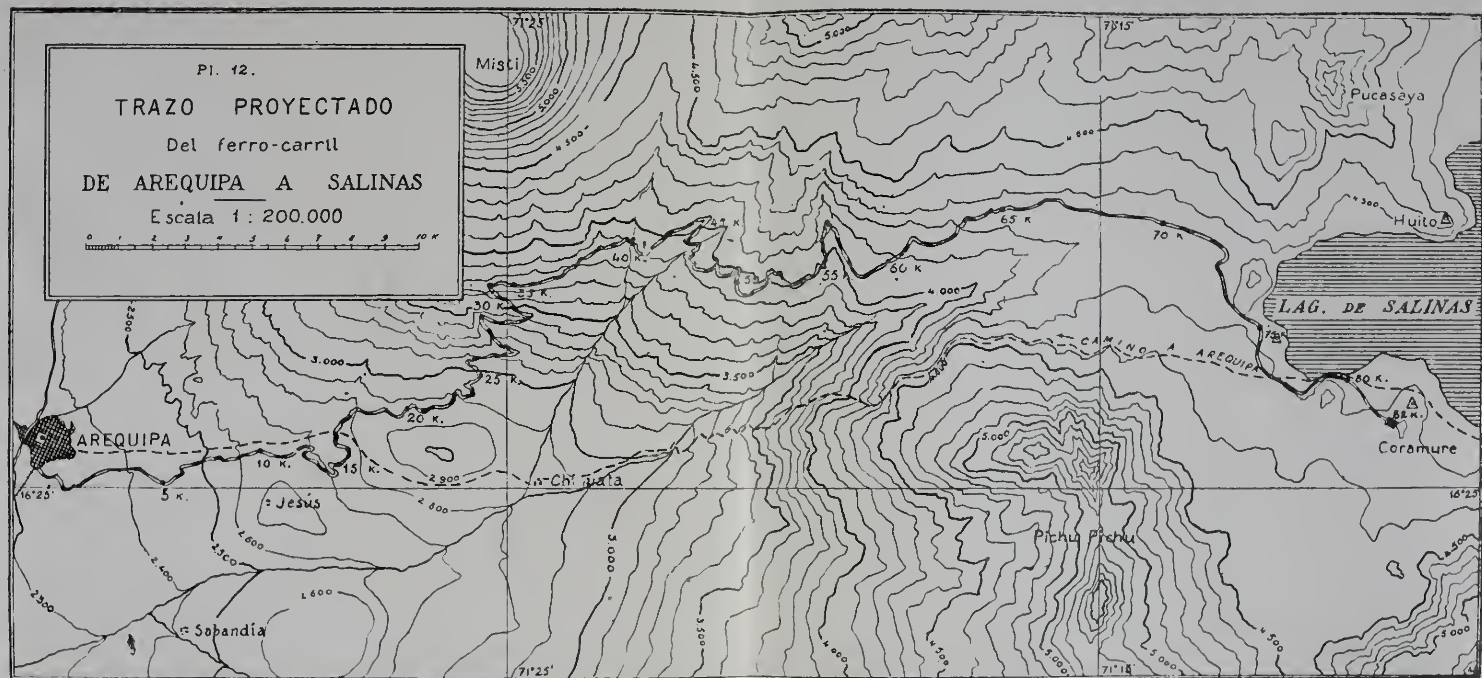


Fig. 12. Trazo del ferrocarril de Arequipa á Salinas

Promedios de los análisis de borato de la producción anual de Salinas

	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916
Acido bórico	43.19	47.42	46.88	44.50	46.33	50.18	49.94	49.45	50.88	52.32
Soda y ácido carbónico	8.80	6.02	7.36	6.67	6.90	7.91	8.73	9.06	8.70	8.90
Cal	14.41	16.85	16.11	15.55	16.31	17.18	17.37	17.00	17.41	18.23
Magnesia	1.13	1.87	1.43	1.26	1.29	1.57	1.00	1.23	1.15	1.23
Cloruro de sodio	8.74	8.54	8.41	9.56	8.52	6.81	6.11	4.68	5.23	4.95
Agua y materia orgánica	14.81	10.31	9.04	11.18	10.28	8.45	8.80	8.03	7.40	5.23
Oxidos de fierro y alúmina	0,30	0.38	0.42	0.82	0.32	0.41	0.45	0.73	0.75	0.88
Sílice y materia insoluble	6.59	5.65	7.18	7.52	7.51	5.34	5.95	7.65	6.63	6.33
Acido sulfúrico	2.05	1.99	2.96	2.88	2.74	1.97	1.61	1.59	1.78	1.84

Producción de Borato en el Perú

Año	Tons. métricas
1900	7,080
1901	4,150
1902	5,055
1903	2,466
1904	2,675
1905	1,954
1906	2,598
1907	2,451
1908	2,870
1909	2,508
1910	2,718
1911	1,923
1912	1,970
1913	2,019
1914	1,231
1915	0,515
1916	1,302
1917 (7 meses)	700

Boratera de Chilicolpa

Se encuentra situada en la provincia peruana de Tacna á 37 Km. del pueblo de Ticaco y á 66 Km. del pueblo de Tarata (Chile); ocupa el fondo de un valle angosto que recorre el riachuelo Maure y está á 4,000 m. sobre el nivel del mar.

El yacimiento está constituído por una serie de montículos, resultado de las deposiciones dejadas por fuentes termales extinguidas. En la vecindad de estos depósitos, aparecen actualmente, por una serie de pequeñas aberturas, aguas á temperatura elevada (83 grados centígrados), con desprendimiento de vapores de agua y ácidos, que dejan en la superficie incrustaciones de diversas sales, sobre todo calcáreas.

Los montículos que constituyen esta boratera, cúbren una superficie de 50 hectáreas; cada uno de ellos constituye un depósito aislado, con espesores, extensiones y calidad de borato diferentes. El espesor varía de 6 á 45 centímetros. Las especies son: la Hayesina, [borato de cal] y el borax [biborato de soda], acompañados de carbonato de soda y potasa, sulfato de soda, &.

El Ingeniero Francisco Alayza y Paz Soldán, que estudió este yacimiento en 1897, estimó en 24,000 toneladas el contenido total de él en boratos.

En la zona, en que las fuentes termales están actualmente en función, también hay incrustaciones de boratos, pero en proporción muy reducida y por lo tanto inexplotable.

Las muestras que en esta boratera recogió el ingeniero Francisco Alayza y Paz Soldán, han dado en la Escuela de Ingenieros de Lima, los análisis siguientes:

Borato de cal.......	34.30	40.90	39.50	29.40	34.60	37.50
Biborato soda.....	10.80	15.20	17.20	10.60	16.60	20.40
Agua combinada.	18.30	15.10	15.00	13.40	15.70	12.80
Humedad.............	19.00	18.70	16.90	28.70	19.00	19.60
Cloruro de sodio..	15.40	9.00	10.70	17.00	12.80	9.20
Insoluble..............	1.20	1.10	0.70	0.90	1.30	0.50

Precio del costo del borato de Salinas

Estableceremos el precio de costo de la tonelada de borato de Salinas puesto en Liverpool, con los costos parciales del año anterior al qne estallara la guerra mundial, pues desde entonces los valores son tan inestables que es imposible fijar precio alguno. El costo de la tonelada de borato de Salinas en 1913 se descomponía así:

Dos toneladas de borato húmedo al pié del pozo de extracción, á razón de Lp. 0.8.00 los 800 k............	Lp.	0.7.50
Trasporte de dos toneladas del pozo á las canchas inmediatas á la oficina............	,,	0.2.05
Trasporte de las canchas á los hornos de dos toneladas............	,,	0.0.50
Molido y cernido............	,,	0.4.00
Horneros y ayudantes para la calcinación............	,,	0.2.00
Combustible, 20 qq. de yareta seca............	,,	1.2.00
Sacos de Salinas á Arequipa............	,,	0.1.20
Fletes de Salinas á Arequipa............	,,	1.4.00
Ensacado en Arequipa, &............	,,	0.0.60
Sacos (12 sacos por tonelada)............	,,	0.4.80
Flete de Arequipa á Mollendo............	,,	0.6.00
Contribución minera (Lp. 340 entre 2,000 toneladas	,,	0.1.70
Gastos generales, (Lp. 1.800 ,, ,, ,,)	,,	0.9.00
Costo de la tonelada en el puerto de Mollendo	Lp.	6.5.35
Gastos de embarque en Mollendo............	,,	0.2.00
Flete de mar á Liverpool............	,,	1.3.00
Seguro, desembarco, comisiones, etc............	,,	0.3.00
Costo de la tonelada en Liverpool............	Lp.	8.3.35

Estos precios han subido considerablemente después de estallar la guerra; el valor del jornal ha subido en un 30 %; los sacos 250 %, el forraje 50 %. Cuanto á los trasportes, de Salinas á Arequipa hay que pagar Lp. 0.1.00 quintal (precio que abona la Compañía Salinera para el trasporte de la sal) y pronto subirá



Transporte del borato á la oficina de Salinas



Indios transportando yareta

este precio; los fletes de mar crecen de manera alarmante, sin que se pueda tener seguridad ni de la fecha de embarque ni del valor de los fletes; ahora se paga Lp. 12 la tonelada de Mollendo á Liverpool y Lp. 1.1.00 de seguro. Teniendo en consideración estos aumentos en los precios, la tonelada de borato de Salinas colocada en Liverpool, cuesta hoy más de Lp. 21.0.00.

No se ha incluído en el precio de costo, la cantidad proporcional á cada tonelada del valor pagado por la adquisición del yacimiento ó la parte con que cada tonelada debe contribuir á amortizar el capital invertido en la compra del depósito.

CAPITULO IV

Origen de los yacimientos de boratos

La relación de las sales borácicas con los fenómenos volcánicos ha sido generalmente evidenciada, ya en las fumarolas de Italia, ya en las capas de la América del Norte con intercalaciones de derrames lávicos, ya en los depósitos lacustres al pié de los volcanes de la América del Sur.

La asociación persistente de los compuestos de boro con ciertas sales, ha sido también constatada desde temprano. Hayes, el primero, junto con Raymondi, en estudiar las salitreras de Tarapacá, nota la asociación del borato de cal con la glauberita, yeso y yodato de sodio. Forbes, constata que además de estas sales, á los boratos acompañan: cloruro de sodio, epsomita, thenardita, alumbre, anhidrita, etc. y emite la idea que las salinas eran consecuencia de la concentración del agua del mar, pero que los boratos tenían origen volcánico, lo que confirmó al encontrar borato de cal en vías de depositarse en las fuentes termales de los Baños del Toro, en la cordillera de Coquimbo. La relación entre el nitrato de soda y los boratos ha sido también citada por Darapsky, entre otros, en un estudio sobre el distrito de Taltal. (Chile)

Pero si es evidente la intervención del volcanismo en la aparición de los boratos en la superficie de la tierra, el proceso que ha seguido el boro, desde su fuente primitiva hasta los variados compuestos que se han encontrado, es muy diverso y en parte, no tenemos hasta hoy explicación definitiva.

Todos los actuales depósitos parecen deberse á tres modos diversos de formación:

1º—Los que derivan de la lixiviación de rocas conteniendo borosilicatos, como turmalina, axinita, dumortierita, damburita y datolita.

2º—Los que son depósitos marinos.

3º—Los que son de origen puramente volcánico.

Aunque la acción volcánica es la más saltante, las otras formas parecen haber contribuído en mayor ó menor proporción en muchos yacimientos; verdad es que ellos pueden no ser en el fondo, sino la consecuencia de la misma acción volcánica, pues la descomposición de las rocas puede ser debida á la acción termal de los volcanes y las sales borácicas del mar pueden ser también relacionarse á las efuisones submarinas.

Los depósitos de Norte y Sud América están incluídos en capas depositadas en ciertos lagos; el hecho de que algunos de éstos ofrecen capas de sales formadas por evaporación y concentraciones de grandes volúmenes de agua que contuvieron esas sales en solución, ha servido para explicar la presencia del borato en las diversas capas que en Norte América se han encontrado; así los geólogos Campbell, Spurr, Keyes y otros, han pretendido que las capas de los antiguos y extensos lagos de la época terciaria, que hoy se ven plegadas y erosionadas en diversos sitios en que se explota el borato, como en las minas cerca de Daggett, en Lila C., las del condado de Ventura y otras, tienen el mismo origen. Pero Gale hace notar que en esos estratos los boratos no están acompañados de ninguna de las sales que les son inseparables en los fondos de los lagos actuales, en que el proceso de concentración y cristalización no ha concluído aún y en vista de la estrecha relación entre los nódulos ó bancos de borato y las calizas, cree que es más plausible encontrar su justificación en una reacción previa, bajo condiciones especiales, entre el ácido bórico aportado por acción volcánica y el carbonato de cal de esas capas. El yeso, que podría citarse como compañero en la concentración de aguas madres, es, segun Gale, independiente de la formación del borato en esas capas.

De todos modos, ambas hipótesis dejan aún muchos puntos oscuros, y el asunto está lejos de quedar plenamente explicado.

Cuanto á los depósitos Sud Americanos, aparte los menos importantes, que son las deposiciones al borde de fuentes termales, todos son del tipo de lagos recientes, en vías de desecación y si es palpable la intervención de los volcanes, tam-

poco está aún bien explicado el modo como los boratos se han depositado. Chamberlin cree que los compuestos de boro emitidos por los volcanes se depositan en sus flancos y son arrastrados luego por las aguas de lluvia hasta el lago inmediato, aguas que en su tránsito disuelven también otras sales. Pero esto no explica como pasa el ácido bórico á la ulexita habitual de estas regiones; ni tampoco excluye la posibilidad de emanaciones subterráneas que llegan directamente al lago, en el cual el ácido bórico puede reaccionar sobre las sales en disolución ó las ya depositadas.

Compuestos naturales del boro

Acido bórico.—Se presenta en cristales blancos y lustrosos, en forma de Sasolina, en las islas de Lipari y en las fuentes termales de Siena.

Boracita.—Combinación de borato de magnesia con cloruro de magnesia. Se presenta en cristales del sistema cúbico; densidad 2.97 y dureza 6.5. Se le ha encontrado en Turquía Asiática, también en Hanover y en Holstein. Contiene, cuando pura 62.5% de ácido bórico y es la especie que contiene la mayor proporción de ese ácido

Borax.—Del árabe Baurac, llamado también Tinkal, es un biborato de soda; se presenta cristalizado, en prismas exagonales ó en octaedros regulares. El borax prismático tiene 47 % de agua y 1.7 de densidad; el octaédrico, 30 % de agua y 1.8 de densidad. Bajo la acción del calor abandona el agua y se funde dando una materia vítrea transparente. Su dureza es de 2 á 2.10, y su gravedad específica 1.7. Es soluble en el agua, especialmente en agua caliente que disuelve el doble de su peso de sal.

Se le encuentra en abundancia en el Indostán y también en Estados Unidos [lago Searles]; en el Perú en la boratera de Chilicolpa.

El borax tiene 36.53 % de anhidrido bórico.

Colemanita.—Es un borato de cal cristalino, blanco ó coloreado por impurezas, Contiene 50.9 % de ácido bórico, 27.2 % de cal 21.9 % de agua. Debe su nombre al descubridor de los yacimientos de Death Valley.

Priceita.—Borato de cal, que se puede considerar como variedad de la colemanita, de aspecto parecido á la creta y friable. Contiene 49 % de ácido bórico, 31.8 % de cal y 18.2 % de agua.

Pandermita.—Es un borato de cal, análogo á la colemanita, cuya composición química y cualidades mineralógicas no han sido aún bien estudiadas. Se presenta amorfa y compacta y se le ha encontrado cerca de Panderma, en el mar de Mármara.

Hayesina.—Borato de cal muy blanco.

Ulexita.—Borato de cal y borato de soda combinados; es de aspecto semejante al anterior; se presenta en agujas alargadas. Contiene 43 % de ácido bórico y 35.5 % de agua. Es la especie más corriente en Sud América.

Rhodizita.—Borato de alúmina y potasa; contiene también soda, cesio y rubidio. Cristaliza en formas derivadas del sistema cúbico; es muy difícilmente fusible. Tiene del 30 al 45 % de ácido bórico anhidro.

Turmalina.—Borosilicato de alúmina, generalmente fluorado; se presenta en cristales derivados del sistema ternario; coloración de amarillo al negro; abunda en las pegmatitas y granulitas. Contiene del 2 al 11 % de ácido bórico anhidro.

Axinita—Danburita —Sílico-boratos, que se presentan asociados á la turmalina; se presenta en Cornouailles, Pirineos, Sajonia, Noruega y EE. UU. Contiene del 2 á 6.60 % de anhidrido bórico.

Datolita.—Sílico-borato hidratado de cal, en cristales ó masas vitrosas verdosas, rojizas ó violetas. Tiene 18 % de ácido bórico anhidro.

Botriolita.—Variedad de la anterior, con 20.35 % de ácido bórito anhidro.

Searlesita.—Es un hidroborosilicato de soda, que se presenta en fibras radiales ó pequeños nódulos. Es blanco y suave; íntimamente asociado con la calcita. Contiene 17.15 % de ácido bórico.

Usos del borax

De los compuestos del boro, el bórax ó borato de soda, es el de mayor consumo y tiene en la industria las más variadas aplicaciones. También las tiene el ácido bórico cristalizado.

Desde muy antiguo se utilizó el borax en el Asia Central, para limpiar la seda, pues tiene la cualidad de lavar las impurezas sin alterar la fibra: la virtud así manifiesta, de disolver los colorantes vegetales, se utilizó entonces en la tintorería.

La propiedad de emulsionar las grasas y saponificar los ácidos grasos, hicieron que se aprovechara en las curtiembres, consiguiéndose para los cueros un aspecto suave y sedoso que ningún otro ingrediente iguala. Pero no sólo sirve el borax en la disolución de ciertas sustancias vegetales por vía húmeda; también en la vía seca interviene en la disolución de los óxidos metálicos, haciéndose así preciso en muy diversos oficios; la obtención de esmaltes, por ejemplo, lo reclama en la cerámica, alfarería y vidriería, pues se consiguen magníficos vidrios transparentes de divérsos colores; los nikeladores y plateros lo usan para el bruñido ó soldado.

Como fundente, ha encontrado un vasto campo de utilización, desde el procedimiento de ensayes, conocido con el nombre de "perla del borax" hasta su intervención como flujo en la fundición de monedas y en la fabricación de vidriería fina.

Las cualidades saponificadoras se aprovechan muy bien en la jabonería y velería; se prepara también con él, el "champoo", que en el comercio se vende para desengrasar y lavar el cabello.

La fabricación del fierro enlozado consume muy importantes cantidades de borax.

Sirve para formar, con la caseina, un producto aglutinante, que reemplaza la goma arábiga.

Se preparan con el borax: aceites y alcoholes de madera; polvos para destruir las polillas; soluciones antisépticas para conservar las carnes. (Esta misma facultad antiséptica ha hecho que se le emplee de preferencia en las curtiembres, pues además de dar tan buenos curtidos, impide que los obreros adquieran por contagio ciertas enfermedades, como el antrax, epizootia etc., á que antes estaban expuestos); soluciones para hacer las maderas impudrescibles.

Transformado el borax en borato de zinc y borato de manganeso, encuentra uso como secante en la elaboración de barnices.

En la alimentación tiene también un lugar el borax, pues él entra en la preparación de los polvos de panaderos; es ingredien-

te de ciertos jarabes y se elaboran con él también los encurtidos; preserva el pescado y la carne de la descomposición y desempeña esta misma función con otros alimentos.

Lo reclaman: los herreros, los fabricantes de bicicletas y automóviles, los caldereros, los joyeros, los niqueladores, los fabricantes de cartas de jugar, de cajas de relojes, de ciertos papeles.

Las aplicaciones domésticas son innumerables: para limpiar la ropa, para quitar las manchas sin dañar las telas ni atacar el color; para lavar el mármol; para elaborar pastas para limpiar los metales. Los artículos de aluminio no deben limpiarse sino con polvos de bróax. El entra en las emulsiones que sirven para suavizar el cútis: con soluciones de bórax se consigue desengrasar el cabello; también constituye un medio de impedir que se desarrollen las moscas y diversos insectos dañinos, pues destruye los huevos, siendo así un enemigo de la polilla.

En medicina encuentra, junto con el ácido bórico, muy importantes aplicaciones para el tratamiento de ciertas afecciones de la piel; para calmar las irritaciones producidas por la picadura de los insectos; como colirio para inflamación de los ojos; mezclado con glicerina es bueno para curar las heridas y para las rajaduras de la piel. Se le aplica para las extracciones de muelas, limpiando las cavidades. También se sirven los cirujanos del bórax para estirilizar sus instrumentos.

Tiene aún otros empleos diversos: con él se hacen preparaciones para hacer incorruptibles las maderas y los tejidos; con él se impregnan las mechas de las velas esteáricas; se elaboran piedras preciosas artificiales; se fabrican vidrios que deben resistir al calor, como las lámparas eléctricas; se prepara crema de calzado; &. &.

CAPITULO V

ASPECTO ECONOMICO DE LA INDUSTRIA DE LOS BORATOS

Evolución de la industria

Tiene el borato una situación especial en el mercado, que se asemeja al de otras sustancias, como el bismuto y el yodo; tanto de aquel como de estos, existe en el mundo una cantidad disponible muy superior á las necesidades y para que aquellas constituyan bases de negocio, es preciso que los dueños de los centros productores se pongan de acuerdo para fijar las cotizaciones de venta y graduar la cantidad explotada según la demanda del momento. Sin este acuerdo, el valor de esas sustancias bajaría tanto, que muchos de los yacimientos, ó no podrían ser explotables ó rendirían solo pequeños beneficios. Los principales centros de producción de bismuto están en Perú, Bolivia y Sajonia; los del yodo en Chile y el Japón; su número reducido ha permitido establecer facilmente los trust que gobiernan el mercado de esos productos. Los boratos se encuentran en muchos puntos del globo y el monopolio parece hoy imposible, pero existe una compañía que tiene el predominio y que dispone de una de las plazas más importantes del mundo y esta es la "Borax Consolidated Limited" de Londres, que cuenta con más ó menos las tres cuartas partes de la produceción mundial.

Es interesante conocer el modo como ha evolucionado esta industria y estudiar las modificaciones que en el transcurso del tiempo ha sufrido el valor comercial de los boratos.

En el siglo XVIII se pagaba hasta 280 libras la tonelada de bórax; en 1840 el bórax refinado valía 90 libras y entonces la producción mundial era solo de 1,000 toneladas; ella se duplicaba 14 años después y el precio era entonces de 54 libras. En aquella época la producción era inferior al consumo.

En el año 1852 se formó el primer sindicato que trató de monopolizar el mercado, uniéndose los señores Wood Brothers de Liverpool, que tenían la explotación de unas borateras de la India, con los señores Prat, Larderel y Cía., que contaban con las de Toscana; así lograron hacer subir el precio á 97 libras. Pero este elevado valor determinó que se buscaran nuevas fuentes de producción y entonces intervino en el mercado boratero con importancia decisiva la presencia de los boratos peruanos. Francia necesitaba bórax para la fabricación de esmaltes, vidrios y porcelanas y el alza de esa sustancia, que hería directamente á estas industrias, decidió á la Academia de Ciencias de París, á abrir un concurso para encontrar un sustituto al bórax. Raymondi acababa de descubrir los boratos de Tarapacá. Hayes los daba á conocer en Europa y en vista de esto se erigió en Burdeos una instalación para transformar la entonces llamada "tiza" en bórax. Casi simultáneamente se descubría en Asia Menor importantes yacimientos de boracita, explotándose en seguida y llevando el mineral á Francia.

Así se logró reducir el precio á Lp. 50 la tonelada, pero también terminaba el período floreciente de las explotaciones de Toscana y la India, para ceder el campo á las de Sud América y á las de California, que empezaron pocos años después.

Mientras tanto, el bórax encontraba cada vez nuevas aplicaciones, aumentando por consiguiente su demanda, pero como simultáneamente se ensanchaban los campos de explotación ya conocidos y se descubrían nuevos yacimientos, al mismo tiempo que había desaparecido el monopolio, los precios bajaban hasta Lp. 35 en 1880. Una fuerte demanda entre ese año y 1884, hizo que el precio volviera á subir hasta Lp. 60; pero desde entonces el valor comercial bajó sucesivamente,pues á partir de aquella fecha la oferta sobrepasaba definitivamente á la demanda; los métodos de explotación se perfeccionaban; ciertos yacimientos, como los

chilenos, comenzaban á producir con actividad debido á las facilidades de transporte, pues en 1888 quedaba ligado Ascotán con el puerto de Antofagasta por medio de un ferrocarril; los depósitos de Asia Menor se comunicaban por una buena carretera con el puerto de Panderma.

En 1890 ya no se pagaba sino Lp. 24 por tonelada; Turquía era el principal productor y Chile el segundo. La oferta y la demanda crecían paralelamente, lo que hizo que por varios años se mantuviera sensiblemente este precio, que permitía que la extracción de los boratos constituyera una industria fructífera. Pero de nuevo entra el Perú en la lid; el descubrimiento de los yacimientos de Salinas en el departamento de Arequipa y su explotación en escala creciente, amenazaba desquiciar el valor comercial de los boratos. Sin un acuerdo de los principales productores de entonces, el negocio de los boratos se iba á perder y tal acuerdo era muy difícil, dada la diseminación de los industriales en los más diversos puntos del globo; sin embargo, daban el primer paso de unión las dos más fuertes compañías: la "Pacific Coast Borax C°" de California y la "Redwood's Chemical Works Limited" de Londres que formaron un trust en 1896; aquella tenía casi toda la producción de Norte América con sus minas de California y ésta disponía del mercado inglés.

Lo primero que hizo esta ya poderosa entidad, fué tratar de intensificar y perfeccionar la explotación de los yacimientos californianos á fin de competir con los de América del Sur y someterlos; pero estos se ofrecían entonces más ricos y abundantes y la lucha parecía desigual; el trust prefirió anexárselos, decidiendo primero comprar Ascotan lo que llevó á cabo en 1897 y el año siguiente Salinas.

Así quedaba constituída la "Borax Consolidated" que después adquiría otras propiedades más, pero sin llegar nunca al monopolio, pues debían seguirse descubriendo nuevas é importantes fuentes de producción, sobre todo en los Estados Unidos, que esa fuerte asociación no ha llegado á asimilar y que antes bien, se presentan como rivales de ella; asi la "Trona Corporation" tiene intención de explotar las grandes salinas de Searles en California, separando las diversas sales que contienen y produciendo 225 toneladas de boratos al dia ó sean 80,000 toneladas al año.

Existen en Estados Unidos otras fuertes compañías independientes que extraen importantes cantidades de mineral; así la "Sterling Borax C°" que produce más de 15,000 toneladas al

año; la "Russell Borax C°" que dá al rededor de 5.000. Fuera de los EE. UU. la compañia digna de mención es la "Compagnie Internacionale des Borax" organizada en Bruselas en el año 1899 y que cuenta con casi todos los yacimientos de la Argentina

La "Borax Consolidated" se compone hoy de las siguientes empresas: la "Pacific Borax C°", de EE. UU.; "Redwood's Chemical Works Limited" de Inglaterra; la "Societé'Lyonnaise des Mines et Usines de Borax" de Francia; "Boratera de Carcote", "Boratera de Cosapilla", "Boratera de Ascotán" y parte de "Boratera de Pintados" en Chile; "Boratera de Arequipa" y "Boratera de Chilicolpa" en el Perú. Además tiene participación importante en varias refinerías y ferrocarriles en EE. UU.

Esta compañía tiene preponderancia en el mercado, pues dispone de los tres cuartos de la producción mundial; desde hace algunos años ella determina las cotizaciones de las sustancias que nos ocupan, pero es preciso notar que apesar de haberse llegado á realizar la reunión de empresas de primera importancia para formar un block, que si bien no constituye un monopolio, gobierna el comercio de los boratos del mundo, en lugar de tender á aumentar su valor, ha propendido por el contrario á reducirlo, y si no fuera por el conflicto mundial, que ha trastornado por completo el equilibrio de los valorés, el precio actual sería tan bajo como lo fué en 1913.

La razón que ha determinado el decrecimiento sucesivo del precio de los boratos, estriba principalmente en el fin que persigue el trust, cual es de difundir la utilización del borax, buscándole las mayores aplicaciones posibles en la industria; esta política tiende á dar mayor salida al producto y es más sabia que aquella que basa sus utilidades en la restricción de la oferta para levantar los precios.

Como se puede ver en el capítulo pertinente, el bórax tiene hoy un sin número de aplicaciones, en que no se podía pensar antes de ahora; pero para que estas sean posibles es menester un precio muy moderado, pues de otro modo muchas de las industrias que emplean el bórax, recurrirían á diversos sustitutos, de modo pues que el trust tiene, dentro del camino que se ha trazado, solo pequeña amplitud para fijar la cotización, limitado por un lado por el valor máximo que la industria que lo utiliza puede soportar y el valor mínimo, más allá del cual la extracción del borato deja de ser lucrativa. La institución asi dirigida, tiene un fin regulador y defensivo más bien que el de una especulación abusiva basada en el predominio.

Cotización del borato

Precisa, ante todo, distinguir entre las cotizaciones: del borato, del bórax y del ácido bórico. El primero, es el producto "crudo" que no ha soportado más manipulación que la de separarle la mayor cantidad posible de agua, lo que como se comprende no tiene más objeto que el de reducir el peso inútil y rebajar así los fletes, entre el lugar de producción y el de beneficio. El bórax ó biborato de soda y el ácido bórico, son los productos que tienen verdadera utilización en la industria; y en el capítulo pertinente, todos los usos se refieren al "bórax" y en menor proporción al ácido bórico. El borato no tiene utilización directa en la industria y sólo sirve para transformarlo ya en biborato de soda ó "bórax" ó ya en ácido bórico. El bórax y el ácido bórico, se presentan en la naturaleza, pero en proporción tan pequeña, que se puede considerar en tésis general, que ambos son productos de la refinación de los boratos como materia prima.

El monto y la forma de cotización de las tres sutancias, es muy diverso; mientras el ácido bórico costaba antes de la actual guerra, al rededor de Lp. 30, la tonelada, el bórax valía más ó menos Lp. 17; ambos artículos tenían y tienen su cotización en el comercio, como casi todos los productos de la industria; pero con el mineral crudo no pasa lo mismo.

La determinación del precio del borato se hace difícil porque no existe en los mercados cotización oficial; siendo la "Bórax Consolidated" la firma que tiene el dominio casi absoluto del mercado inglés y haciendo sus transacciones sin intermediarios y por medio de contratos á largo plazo con los industriales, no es posible conocer en cualquier momento el precio de venta.

No nos podemos remitir á las listas de valores que publican algunas casas comerciales de Inglaterra, pues ellas se refieren á transacciones de pequeños lotes y no se toman en cuenta en las ventas de importancia, en las que como hemos dicho ninguna de esas casas tiene intervención.

Hemos buscado en diversas fuentes, la determinación de los precios; hemos conseguido algunos datos que se refieren á la época anterior al actual conflicto mundial y son los siguientes:

En los EE. UU. donde se avalora el borato por proporción de ácido bórico; se estimaba, en el año anterior al de la guerra que el kilo de ese ácido valía al rededor de 85 centavos oro á un dollar ó sea que la tonelada de borato con 44 % de ácido bórico fluctuaba de 37.5 dollars a 43.

La publicación del U. S. Geological Survey, Mineral Resources de 1906, al hacer la reseña del bórax dice que el Perú exportó 7,080 toneladas métricas, avaluadas en £ 56,638 ó sea £. 8 por tonelada.

En el estudio que el Ingeniero E. Lorca presentó al Congreso de Minería Chileno de 1916, considera que el precio de venta fluctua entre £ 8 y £ 9.

Al discutirse en el Congreso de Chile en el año 1915, el impuesto á los boratos, el Ministro de Hacienda de ese país en la sesión del 9 de febrero de la Cámara de Diputados y en la sesión del 19 de febrero de la Cámara de Senadores, hizo públicos ciertos documentos, que transcribimos en el apéndice I, de las que se desprende, según las atestiguaciones el Cónsul chileno en Londres y diversos notarios juramentados, que el precio del borato crudo con más de 44 % de ácido bórico, fué inferior á nueve libras, discordando sólo las cifras dadas por algunos agentes de bolsa de Liverpool, que como hemos dicho se refieren sino á cantidades insignificantes de borato, en proporción al movimiento general de esta industria.

Desde que estalló la guerra, los precios han subido considerablemente; la causa principal, más que una mayor demanda por utilización en las industrias que la guerra ha desarrollado, es la dificultad de los transportes y el aumento del costo de la mano de obra.

CAPITULO VI

¿Cuáles serán las medidas más eficaces para mejorar la situación actual de los yacimientos de boratos?

En el Perú no existe mas que un yacimiento importante de borato, y este es el de Salinas; nuestra legislación debe referirse á las condiciones particulares de ese depósito, mientras no se descubran otros que sean explotables en grande escala.

El primer factor de desarrollo de la industria boratera peruana, es la facilidad de los trasportes, pues el arrieraje no podrá tomar cuerpo en Arequipa, ni sus precios podrán ser nunca bajos; solo un ferrocarril, además, podrá trasportar económicamente las maquinarias é instalaciones necesarias. Este ferrocarril entre Salinas y Arequipa cuesta Lp. 300,000, lo que grava cada tonelada transportada con Lp. 0.7.66., considerando un movimiento de 30.000 toneladas anuales, y puede ser llevado á cabo por una empresa particular, por el Estado, por la Peruvian ó por la "Bórax Consolidated", dueña del yacimiento. Una empresa particular ó el Estado tienen que cobrar más de ese precio para que constituya un negocio y solo podría emprenderlo mediante un contrato con la "Bórax Consolidated", fijando precio y cantidad mínima de borato transportable. La Peruvian tiene interés en que tal ferrocarril se haga, desde que con él aumenta el movimiento de su línea Mollendo á Puno; pero para que la "Borax Consolidated" pueda someterse á cualquier compromiso, necesita que la explotación constituya para ella un negocio.

Para que la boratera de Salinas constituya un negocio, es necesario, no solo que el producto le deje utilidad, sino que el precio

de costo no sea muy superior al de las demás minas que posee ese trust en otras partes del mundo, pues mientras ellas le proporcionen las cantidades que necesita, no sentirá la necesidad de hacer explotación activa en los yacimientos, en que la producción le resulte mucho más cara.

El borato de Ascotán cuesta en Antofagasta Lp. 4.5.00, y paga hoy Lp. 0.7.50 de impuesto; es decir, que le cuesta á la "Borax Consolidated" Lp. 5.2.50.

El borato de Salinas será siempre de precio más elevado que el de Ascotán, debido á que el costo de extracción del pozo, cuesta en Salinas al rededor de Lp. 0.3.00 más la tonelada; la desecación costará también siempre más, porque en Salinas no puede hacerse la exposición previa al aire libre y además para obtener la misma ley de ácido bórico, es necesario mayor reducción en la cantidad del borato de Salinas que en el de Ascotán.

El transporte de Salinas á Mollendo, será con un ferrocarril, de Lp. 1.3.63 y el de Ascotán á Antofagasta cuesta Lp. 1.0.50; si además tenemos en cuenta que la boratera de Ascotán, costó mucho menos que la de Salinas y que en Chile la contribución de minas para terrenos borateros es menor que en el Perú, podemos considerar que el borato de Ascotán aún con el impuesto de Lp. 0,7.50, costará á la Borax Consolidated algo menos que el de Salinas.

El borato de los EE. UU. cuesta producirlo sensiblemente el mismo precio que el chileno, y desde que se ha abierto el canal de Panamá han quedado favorecidos los yacimientos de California.

Para que el borato peruano pueda competir con el chileno, es necesario evitar codo gravámen oneroso.

El Congreso chileno impuso en 1915 una contribución al borade Lp. 0.5.00 durante dos años y Lp. 0.7.50 en los años siguientes; (Apéndice II) las razones que decidieron á proceder así fueron las de hacer participar al fisco chileno en los beneficios que la compañía obtenía con el negocio de Ascotán y adujo que la explotación de ese yacimiento no tenía grandes ventajas para el país, porque todos los peones eran bolivianos y que gastaban todos sus jornales en Bolivia, por quedar el depósito muy cerca de la frontera. Se tuvo también en cuenta, para imponer el gravámen, el bajo costo de producción.

Comparando el caso de Ascotán, con el nuestro, vemos que, sin impuesto, nuestro borato costará siempre algo más ó por lo menos lo mismo que el chileno con impuesto; que son exclusivamente peruanos los peones que trabajan en Salinas; que es preciso

pagar en Arequipa mayores salarios, que quedan todos en el país. Si por otro lado tenemos en cuenta que la boratera de Ascotán tuvo desde que comenzó á explotarse la ventaja de un ferrocarril y que la "Bórax Consolidated" ha extraído de ese depósito más de 400,000 toneladas de borato, mientras que de Salinas no se han sacado ni 60,000, veremos que aquí no existen las razones que indujeron á Chile á proceder como lo ha hecho.

La ejecución del ferrocarril de Arequipa á Salinas hará capitalizar al pais al rededor de Lp. 100,000 en jornales; y en cuanto al borato que se exporte, cada tonelada dejará al rededor de Lp. 3.0.00 en salarios, que irán á favorecer directamente al departamento de Arequipa, donde el estancamiento de sus industrias y el exceso de brazos, produce la emigración de fuertes contingentes de obreros que se enrolan en las salitreras tarapaqueñas, la mayor parte de los cuales no vuelven más al Perú.

Si al lado de todo esto, consideramos que el borato peruano no es mejor que el chileno ni que el de muchas minas de EE. UU.; que él ha dejado de ser ya un factor decisivo en el mercado, desde que no se necesita de él para abastecerlo, habiendo el año último bastado los EE. UU. por si solos para satisfacer la demanda de todos los paises aliados, no siendo ya el borato Sud-americano competidor del de la América del Norte, como lo fué hace veinte años, y que el impuesto al borato chileno no ha dado buen resultado, pues desde hacen dos años ha disminuido considerablemente su exportación, por haber agravado las dificultadee que la guerra ha promovido en la industria sud-americana, debemos pues concluir, que lo único que se puede hacer para que el yacimiento de Salinas sea explotado en grande escala, es una extrema liberalidad para con esta industria y las seguridades dadas en la forma de un convenio con el Gobierno, satisfactorio para ambas partes.

Tampoco creemos, que se debe modificar la ley, en el sentido de aumentar la contribución sobre terrenos borateros que hoy se paga; todos los demás paises americanos, son más liberales que nosotros al respeto. En Chile la patente es inferior á la del Perú; Argentina y Estados Unidos no cobran patente. Nos parece que aumentar el canon por las estacas sería injusto é ineficaz; injusto, porque no se debe hacer pagar la misma cantidad por superficie de terreno ocupado por una mina metalífera, que puede encerrar en el área de una pertenencia, un valor intrínseco superior á todo el contenido en la laguna de Salinas, ni puede equipararse á las capas carboníferas que se presentan, á veces, con fuertes inclinaciones, mantos poderosos ó en varios

mantos superpuestos; en tanto que el borato, especialmente el de Salinas, se encuentra en capa interrumpida y relativamente delgada, que exige una gran superficie para abarcar la parte útil. Si lo que se persigue es obligar á una producción activa, hay que tener en cuenta, que la demanda de borato es limitada en el mundo y que por consiguiente no se puede forzar la producción, y en último caso le queda á la compañía el recurso de abandonar la parte de la laguna ya explotada ó aquella que no ofrezca posibilidades de explotación y entonces el aumento de la contribución de minas se haría ilusorio.

La compañía que tiene la concesión de este yacimiento, debe por su parte comprometerse á verificar una explotación activa de él; si hasta aquí no lo ha hecho, no podemos inculparla, tanto más cuanto que en diversas ocasiones, ha manifestado que lo que desea, es intensificar el laboreo de esta importante boratera.

— —

APENDICE I

Sesión del 19 de enero de 1915 de la Cámara de Senadores de Chile

El Sr. EDWARDS (Ministro de Hacienda)—"Es efectivo que no se hacen realmente ventas de Bórax. He aquí lo que dice sobre el particular nuestro Ministro en Gran Bretaña: "Bórax Consolidated" tiene establecido verdadero monopolio en venta borato de cal y se hace dificil obtener otra cotización que el valor que ella misma declara. Cámara de Comercio de Londres, á quien pedí informe, dice que estando el producto en manos de una sola firma no puede suministrar otra información que el total borato de cal de Chile importado al Reino Unido, desde principio 1912 hasta fines de 1913, ascendió 30,327 con valor declarado en puerto inglés de £ 247,447. El borato de cal de otras procedencias ascendió en conjunto, en el mismo período, á 2,964 toneladas, con valor declarado de £ 26,061. Según estas cifras suministradas por la Cámara de Comercio de Londres, borato de cal de Chile habría tenido en periodo 1912 á 1913 un valor declarado de £. 8,3 chelines por tonelada y el borato de cal de otras procedencias valor de £. 8,16 chelines por tonelada. Corredores de Comercio, productos minerales, me informan que cotización de borato de cal permaneció fija en £. 12,15 chelines durante casi todo segundo semestre 1913, subiendo á fines á £. 13.10 chelines por tonelada, precio á que se cotiza hoy. Esta cotización es sobre la base de

44 % de ácido bórico. Bórax Consolidated, que ha tenido noticias directas de Santiago, de información que Ud. me pide, me ha presentado certificado Cónsul de Chile en Londres declarando que después de examinar libros y comprobantes, totalidad borato de cal vendido por Bórax Consolidated desde octubre de 1912 hasta setiembre de 1913 es de 46,624 toneladas y que el producto total venta dicha cantidad es 377,993 libras esterlinas, lo que dá como término medio precio £ 8,2 chelines por tonelada, que totalidad borato de cal vendido desde octubre 1913 hasta marzo 1914 es de 16,946 toneladas con producto de £ 141,097, lo que dá, término medio, de £. 8,6 chelines, 6 peníques, Entendido que éstos últimos son los precios de venta de la Bórax Consolidated á sus corredores, que á su turno venden al público á los precios señalados por los corredores de comercio.

Tengo también una información de la propia Bórax Consolidated, que dice así: Refiriéndome a la entrevista con que Ud. tuvo la amabilidad de honrarme esta mañana, de acuerdo con sus deseos tengo ahora el gusto de confirmar á Ud. toda la información que le ha dado relacionada con las cifras de costo de mi compañía por el borato de cal exportado de Chile en el año, hasta el 30 de setiembre del año pasado, era como sigue: A bordo en Antofagasta, por tonelada de materia con ley de 44 % de ácido bórico anhídro...£. 4. 7.0

Fletes á Europa y seguros.. ,, 1.15.0

£. 6. 2.0

Patentes mineras, gastos legales, gastos de desembarcar, pesar, etc. por tonelada...... .... 7.9

lo que dá un precio de costo del borato desembarcado en Liverpool...£ 6.9.9

por tonelada cuyo precio de venta por el mismo año terminado el 30 de setiembre de 1913, según consta de la copia adjunta del documento certificado por nuestro Contador-Jurado [que en original corre en poder de la Comisión respectiva del Honorable Senado] era de £ 7,19 chelines; 6 peniques por tonelada de mil dieciseis kilos.—Por lo tanto, la diferencia entre el costo y el precio de venta que consta en el documento mencionado, es equivante á una libra esterlina nueve chelines seis peniques por tonelada, y, á fin de comprobar esta cifra, tengo el honor de adjuntar copia del documento que se entregó á su honorable predecesor, por lo cual consta la cifra de £ 1,9 chelines, 5 peniques por tonelada como la ganancia de nuestra Compañía, sin tomar en cuenta la amorti-

zación por el agotamiento del yacimiento, ó después de cargar la amortización pero no los intereses sobre el capital empleado, la cifra de 17 chelines, 8 peniques por tonelada. El proyecto de ley aprobado por la H. Cámara de Diputados y que pende actualmente de la consideración de la H. Comisión del Sena. do, grava la exportación del borato de cal con un impuesto de 20 pesos moneda legal de 18 peniques por tonelada métrica, ó sean 30 chelines por tonelada y esta cifra como Ud. verá es precisamente equivalente á la de la ganancia que percibe mi Compañía sobre el borato de cal exportado de Chile, sin hacer provisión por amortización.

Entra en seguida en diversas consideraciones, cuya lectura omite por no fatigar al Senado. Los documentos á que se hace referencia dicen asi:—El infrascrito, don Juan Alfredo Donnison, notario público con vecindad y ejerciendo en la ciudad de Londres, Inglaterra, por real autoridad competentemente facultado y jurado, miembro del Ilustre Colegio de Escribanos y del notariado de esta capital, traductor de la lengua castellana, &. &.—Doy fé: que con fecha 5 de enero del año que cursa, expedí el documento del tenor siguiente:—El infrascrito don Juan Alfredo Donnison, notario público con vecindad y ejercicio en la ciudad de Londres, Inglaterra, por real autoridad competentemente facultado y jurarado, miembro del Ilustre Colegio de Escribanos y del notaradio de esta capital, traductor de la lengua castellana, &. &.—Doy fé: que la firma Wm. A. Kirby, suscrita al pié de la carta que, en idioma inglés, se halla unida, es legítima y del propio puño y letra del William Arthur Kirby, contador privilegiado con despacho en esta ciudad, número 4 Broad Street Buildings, á quien conozco por Jefe que es de la Contaduría de la Compañía denominada "Bórax Consolidated Limited", domiciliado en esta ciudad, Eastcheaps número 16, mereciendo, por lo tanto, dicha firma entera fé y crédito en juicio y fuera de él. Además, doy fé que lo que sigue es traducción fiel y exacta, hecha por mí, el notario, de la referida carta anexa, á saber:—Traducción: 4 Broad Street Buildings, Londres E. C.—19 de diciembre de 1913—Señor R. C. Baker, administrador gerente, Borax Consolidated Limited, 16 Eastcheap. E. C.—Mui señor mío:—Según sus deseos he examinado las cifras correspondientes á los doce meses al 30 de setiembre último, que representan el costo de la producción del borato de cal del yacimiento de Ascotán y también las sumas realizadas por su venta. Tomando el costo actual en el puerto, incluyendo gastos de patentes y man-

tención, al cual se debe agregar flete y seguro hasta los puertos europeos, la suma efectiva de castigo por depreciación de la máquina é instalaciones y la suma de 3 chelines por tonelada por gastos en Londres y en otros puertos como gastos de distribución del borato, he encontrado que, sin tomar en cuenta la amortización por el agotamiento del yacimiento, la ganancia asciende á Lp. 1.9 chelines, 5 peniques por tonelada, ó después de cargar la amortización, pero no los intereses sobre el capital empleado, asciende á 17 chelines 8 peniques por tonelada, También he revisado las cuentas, que representan los desembolsos de la producción del borato de Chile, y he constatado que con excepción del carbón, sacos y coca, cual última se compra en Perú y Bolivia, el total del costo de la producción es gastado en Chile. En cuanto á la maquinaria sólo aquella es comprada en el extranjero, que no se puede obtener en Chile.—Soy de Ud. atto. y SS.—Wm. A. Kirby.—Es traducción fiel; doy fé. Y para que conste y obre los efectos que convenga, doy la presente, que firmo y sello con el de mi oficio en Londres, á 5 de enero de 1914.—John A. Donnison, notario público.–Sello notorial.

Sesión del 9 de febrero de 1915 de la Cámara de Diputados de Chile

El señor EDWARDS (Ministro de Hacienda) "El Consúl de Chile que suscribe certifica que ha cerrado los libros y comprobantes de la Borax Consolidated Limited desde principos de octubre de 1912 hasta fines de setiembre de 1913. Certifico que durante ese tiempo la cantidad total vendida de borato de cal procedente de Chile es de 46,624 toneladas 10 hundredweight,1 quarter, 5 libras. Certifico que dicha cantidad es menos que la correspondiente cantidad embarcada en Chile aproximadamente en 1 y ½ por ciento por castigo debido al peso de los sacos y pérdidas en el viaje. Certifico que el producto total de esa venta según los libros y los duplicados á carbón y á prensa de las facturas originales de venta que ha tenido á la vista es de £ 377,993,5 peníques lo cual dá un precio, término medio de £ 8,2 chelines y 1 penique por tonelada. Doy el presente en Londres, á 3 de diciembre de 1914, en comprobante de lo cual sello y firmo.—*Vicente Echevarría*".

Una carta de Henry Bathel Son, al señor Ministro de Chile en Gran Bretaña de 8 de diciembre de 1914: "Confirmamos los datos que nos fué posible darle esta mañana por teléfono sobre el borato de cal importado á este país desde la costa occidental de Sud-América, como sigue: Desde julio hasta principios de diciembre de 1913 el precio se mantuvo firme á doce libras, quince chelines por tonelada; desde esa época hasta mediados de marzo último la cotización subió á trece libras, cinco chelines, y desde entonces hasta la fecha el precio ha sido de trece libras diez chelines. Estas cotizaciones son por tonelada de veinte quintales ingleses de ciento doce libras, con base de una ley mínima de 44 % de ácido bórico anhidro y un máximum de 6 % de sulfato de cal. Las importaciones á Liverpool durante los doce meses de julio de 1913 á 1914 aparecen como de 121,000 sacos."

APENDICE II

Impuesto que grava en Chile la exportación del ácido bórico y los boratos

Ley Nº 1989.—Por cuanto el Congreso Nacional ha dado su aprobación al siguiente proyecto de ley:

Art. 1º—El ácido bórico y los boratos pagarán durante dos años, contados desde la fecha de la vigencia de esta ley, un derecho de exportación de *seis pesos sesenta* y *seis centavos* oro de dieciocho peniques por tonelada métrica;

Art. 2º—Los particulares ó sociedades dueños de yacimientos de las sustancias á que se refiere el artículo anterior que no tengan establecida la explotación de la sustancia en el momento de la promulgación de la presente ley quedarán excentos del pago del impuesto durante dos años, contados en la forma que indica el artículo 1º. Trascurrido que sea este plazo, se someterán al impuesto de diez pesos oro de dieciocho peniques, que será común, esto es, que afectará á cada tonelada métrica que se exporte.

Art. 3º—Esta ley comenzará á regir sesenta días después de su promulgación en el "Diario Oficial".

Y por tanto, oído el Consejo de Estado, he tenido á bien aprobarlo y sancionarlo; por tanto, ordeno se promulgue y lleve á efecto como ley de la República.

Santiago, á primero de marzo de mil novecientos quince.

RAMÓN BARROS LUCO.

Alberto Edwards.

SEGUNDA PARTE

LA SAL EN EL PERU

Contribución del Ingeniero Luis A. Pflucker

INDICE

CAPITULO VI.

Descripción de las principales Salinas Marinas

CAPITULO VII

Depósitos de sal gema

CAPITULO VIII

Vertientes saladas

Lima, á 10 de Noviembre de 1917.

Señor:

Adjunto á la presente le remito un estudio sobre la sal en el Perú, solicitándole que lo considere como mi contribución personal en homenaje á la reunión del Congreso Nacional de la Industria Minera.

Soy de Ud. Atto. y SS.

LUIS A. PFLÜCKER.

AL SR. INGENIERO JOSÉ J. BRAVO,
Secretario General del Congreso Nacional de la Industria Minera.

LA SAL EN EL PERU

La circunstancia de tener á mi cargo, desde hace algunos años, la dirección de los trabajos de explotación de las salinas del Perú, me ha permitido estudiarlas detenidamente, llegando á considerar las del litoral como de formación y origen enteramente distintos al que antes se les atribuía y distintos también al de los yacimientos salinos de otras partes del mundo, que se describen en los textos de Geología.

Este nuevo concepto tiene importancia no solo científica, como contribución á la Geología del Perú, sino que varía el criterio sobre el valor y porvenir de las salinas de la costa, pues tal como antes se les consideraba, constituían fuentes de producción de sal llamadas á desaparecer, por la extracción constante del cloruro de sodio, en un tiempo más ó menos remoto, mientras que ahora se puede afirmar que siendo el verdadero orígen de la mencionada sustancia las aguas del mar, las salinas pueden explotarse de modo permanente hasta el límite que lo permitan las condiciones topográficas que las definen, de manera que su desaparición no dependería de aquella causa, sino de la evolución general de la tierra por los agentes de su dinámica externa. Pero hay una razón más que dá importancia á un estudio de conjunto de las salinas peruanas, y es que desde el año 1896, la sal es una reserva fiscal, siendo el Estado quien explota casi la totalidad de los yacimientos, de manera que el porvenir y desarrollo de ellos influye sobre las rentas nacionales.

Las consecuencias que se deducen sobre el valor industrial de las salinas, permiten tener siempre á la vista la posibilidad de exportar sal, aumentando de este modo las rentas del Estado.

Por otra parte, si bien es cierto que las fuentes de producción de sal en el mundo son numerosas y abundantes, no cabe duda que su conservación y desarrollo no puede ser indiferente á los poderes públicos, pues siendo el cloruro de sodio un artículo de primera necesidad, al tenerlo que importar del extrangero, por reducido que sea su costo en el lugar de producción, el precio en nuestro mercado, elevado por los trasportes, tendría que ser relativamente alto, encareciendo la vida sin beneficio para el erario.

El presente trabajo, preparado expresamente para el Congreso Minero del Perú, ha sido dividido en ocho capítulos.

En el capítulo 1º presentamos una breve relación de los informes sobre las salinas del Perú, publicados con anterioridad al presente trabajo, refutando las teorías que atribuyen origen fluvial á las salinas de nuestro litoral.

Contiene el capítulo 2º un resúmen estadístico de la producción y consumo de la sal en el Perú durante el último año, ó sea 1916, indicando su costo de producción, segun la naturaleza de los yacimientos de donde se le extrae, y el producto del Estanco en el mismo periodo de tiempo. Todos estos datos han sido estractados de las memorias de la Compañía Salinera del Perú.

Como base del estudio de las salinas nacionales, hacemos una clasificación de ellas en el Capítulo III.

Usando de la exposición sintética, que hace ver con más claridad la tesis que se desarrolla, en el Capítulo IV sentamos la teoría sobre la formación de las salinas del litoral peruano, pero bajo un carácter absolutamente abstracto, es decir, considerando un lugar cuyas diferentes condiciones topográficas, geólogicas y climatológicas son expresadas por letras y deduciendo por medio de fórmulas los valores que cabría asignarles para que puedan existir salinas de la naturaleza de las que tratamos, estudiando también la estructura y particularidades que presentarían. A este Capítulo lo designamos con el nombre de "Estudio teórico de las salinas marinas".

El Capítulo V une lo abstracto con lo concreto. En él se estudia y determina qué valores numéricos tienen en el Perú los diferentes factores de las ecuaciones del Capítulo precedente y se ve cómo son los necesarios y suficientes para que puedan y deban existir en nuestra costa salinas cómo las que se definen y clasifican con el nombre de salinas marinas en el Capítulo III.

Tanto en el Capítulo IV, como en el V, se procura explicar con las fórmulas, los diferentes hechos observados en las salinas, que á primera vista parecen confusos y contradictorios, tales

son, por ejemplo, la formación exclusiva de sal ó yeso en diferentes sitios de una misma salina.

Demostrado en los Capítulos precedentes, que las salinas de nuestro litoral corresponden á lo que hemos llamado salinas marinas, solo nos queda en el Capítulo VI hacer la descripción de las principales de ellas, reemplazando en las fórmulas generales los datos especiales de cada una y procurando deducir, dónde es posible, consecuencias de valor industrial.

En el Capítulo VII se describen los principales yacimientos de sal gema del Perú, y respecto á la edad de su formación, se indica siempre la fuente de donde ha sido tomado el dato.

Por último, en el Capítulo VIII, se describen las diferentes vertientes de agua salada que se aprovechan en el Perú para extraer el cloruro de sodio.

CAPITULO I

Estudios anteriores

El estudio más antiguo que sobre la materia ha llegado á nuestras manos, es el que se refiere á la salina de Huacho efectuado por el naturalista Dr. Raimondi el año 1867, en el que se describe, en detalle, la citada salina, considerándola como una vertiente salada, que debe su origen á las pequeñas lluvias de la costa, que se han cargado de cloruro de sodio disolviendo el terreno salino que forma la región, y asegurando que las aguas del mar actual no han participado en su formación.

Es indudable que esta opinión es equivocada, pues se ha probado por varias nivelaciones que la superficie del agua en la salina está 4m.50 más baja que el nivel del mar, cuyas aguas necesariamente tienen que filtrar á ella, desde que no existe entre la misma y aquel ningún dique impermeable.

En el diagrama de la circulación del agua salada de esta salina, que se acompaña, se ve claramente la forma como se efectúa el ingreso de las aguas del mar.

Desde la mencionada fecha no se ha efectuado, al menos que sepamos, ningún estudio sobre las salinas hasta el año 1896, en que se practicaron, por comisiones nombradas por el Gobierno, los necesarios para el establecimiento del Estanco de la sal. Formaron parte de dichas comisiones los ingenieros: don Felipe Arancibia, don Agustín Espinoza, don Ricardo Rey y Basadre, don Francisco Alayza y Paz Soldán, don Nicanor García y Lastres y don Mauro Valderrama, quienes se dividieron el trabajo, tomando cada uno de ellos el estudio de las salinas de una sección del territorio nacional, excepción hecha del señor Arancibia, quien se encargó de la dirección y centralización de los trabajos. Los informes debían ser hechos conforme á un cuestionario, en

que se contemplaba, de preferencia, la acumulación de datos de diversa índole y especialmente económicos, que permitieran dictar las bases para la implantación del Estanco y para reglamentar la administración de él. Sin embargo, esos informes se ocupan, con alguna extensión, de la descripción de los yacimientos, así como de su origen y condiciones geológicas, poniendo de manifiesto la competencia y contracción de sus autores,

En el único concepto en que no estamos de acuerdo con los citados informes, es en el que considera á la casi totalidad de las salinas del litoral peruano, como de origen fluvial, pues á nuestro modo de ver, á excepción de las de Guadalupito y Caucato, todas deben su formación á las filtraciones de las aguas del mar actual.

El Ingeniero Rey y Basadre, ocupándose de las salinas de Huacho, insiste especialmente sobre este asunto y presenta como pruebas de su opinión las tres siguientes: 1ª el nivel de la salina, que según la nivelación practicada por el ingeniero don Celso Herrera está 18 metros más elevado que el mar; 2ª el grado de concentración del agua en la salina, que es de 11 ½ en invierno y 25 en verano, mientras que el agua del mar marca solamente 3 y ½; y 3ª la composición distinta de la salmuera de la salina á la del agua del mar.

La primera prueba es un hecho mal observado, pues según la nivelación practicada por el Cuerpo de Ingenieros de Minas, trabajo que ha sido efectuado con todo cuidado y detención, sin que sea posible poner en duda sus resultados, la cota del tubo colocado en la salina es 3m 795 bajo el nivel medio del mar y á la vista se aprecia que el nivel de la salmuera es aun inferior. El que esto escribe ha efectuado también dos veces la nivelación entre las salinas y el mar y ha encontrado en ambas, con solo pequeñas diferencias, que el nivel de las aguas en las salinas es 4m 50 más bajo que el nivel medio del mar.

La segunda prueba no tiene importancia, pues como se verá en la descripción de la salina, las aguas que llegan á la parte central de ella y que son las que marcan 11 y 25 grados, han sufrido ya una primera concentración por evaporación y antes de llegar al sitio en que este fenómeno se produce, marcan solo los 3 ½ grados que tiene el agua del mar.

La tercera prueba presenta á primera vista cierto fundamento; pero, como se verá, la diferencia de las sustancias que hay en disolución en el agua de las salinas y del mar, tiene una explicación bastante fundada.

En efecto, la composición de la salmuera de la salina de Huacho, según el análisis del profesor Raimondi, citado por el ingeniero Rey y Basadre, es la siguiente, en gramos por litros:

Sulfato de càl	0.040
Sulfato de potasa	1.040
Sulfato de soda	7.420
Cloruro de magnesia	nada
Cloruro de sodio	103.430
Sulfato de magnesio	3.340
Cloruro de calcio	nada
Bromuro de calcio	nada
Bromuro de magnesio	0.030
	115.320

La composición del agua del Oceano Pacífico, según el análisis de Bibra, citado por el mismo ingeniero, es como sigue:

Sulfato de cal	1.63
Sulfato de potasa	nada
Sulfato de soda	nada
Sulfato de magnesia	2.05
Cloruro de sodio	25.08
Cloruro de magnesio	3.59
Cloruro de calcio	1.66
Bromuro de calcio	0.40
Bromuro de magnesio	nada
	54.70

El sulfato de potasa y el sulfato de soda, elementos que no contienen las aguas del mar, pueden haber venido en solución en las aguas fluviales; pero respecto de esta última sal, cabe también invocar la conocida reacción entre el cloruro de sodio y el sulfato de magnesia, que en soluciones concentradas dan lugar á la formación del sulfato de soda y cloruro de magnesio.

Esta reacción era usada en las salinas europeas para extraer la sal de Glaubeur, aprovechando de que su solubilidad disminuye mucho con las bajas temperaturas.

El bromuro de magnesio, que no se señala en el agua del mar, lo contiene la de la salina en pequeña proporción y puede provenir del bromuro de calcio, que sí se señala en el análisis de las aguas del Pacífico.

En resúmen, la única anomalía que presentarían las aguas de las salinas en relación con las del mar, sería la ausencia de cloruro de calcio y de sulfato de magnesia; pero esta última sal puede haber desaparecido en virtud de la reacción que hemos citado con el cloruro de sodio.

Un estudio químico más detallado podría seguramente encontrar una reacción que explicase la ausencia del cloruro de calcio, pues es sabido que las soluciones concentradas de sales alcalinas dan lugar á múltiples reacciones entre ellas, que ocasionan la desaparición de unas y la formación de otras nuevas. Además, la solubilidad de cada sal, varía notablemente con la presencia de otras.

La importancia de estos fenómenos es tal, que los grandes yacimientos salinos de Stassfurt, que presentan una variedad notable de sales alcalinas, son considerados como formados exclusivamente por la evaporación del agua del mar. No hay que olvidar que en la salina de que tratamos, las aguas concentradas se mezclan con las aguas nuevas, dando lugar seguramente á diversas reacciones. Por último, no se puede dejar de recordar que en un análisis son los cuerpos simples los que se dosan y que la interpretación de los resultados, para determinar la forma en que ellos se encuentran combinados, tiene mucho de arbitraria y que, atendiéndose, solo al concepto químico, cabe siempre discordancias sobre la manera cómo los cuerpos dosados se encuentran en combinación.

———

CAPITULO II

Datos estadísticos

La sal ó cloruro de sodio (Na Cl, 57.54 % de Na) existe en gran abundancia en la naturaleza, sea en grandes yacimientos geognósticos ó en las aguas del mar, que la contienen en una proporción de 27 gramos por litro y que constituyen una de las principales fuentes de donde se le extrae.

La producción anual de sal de los principales paises del mundo, es, en miles de toneladas, como sigue:

Estados Unidos	3.823
Rusia	2.255
Alemania	2.018
Gran Bretaña	1.855
Indias	1.275
Francia y Argelia	1.130
España	800
Italia	464
Japón	404
Hungría	395
Austria	359
Perú	26

La cifra que indica la producción en el Perú no guarda relación con la importancia y extensión de sus yacimientos salinos, que son susceptibles de gran desarrollo. Esto se debe á las condiciones especiales de la industria salinera que en general se limita al consumo local, pues el bajo precio del producto le impide ser objeto de intercambio comercial y como en nuestro país son muy pocas las industrias que emplean cloruro de sodio, la pro-

ducción se destina en su mayor parte al uso doméstico, siendo proporcional al reducido número de habitantes que existen en el territorio. El consumo total en el año 1916 fué de 26.518 toneladas, que se descomponen así:

Para uso doméstico........................	19.155
Para uso industrial........................	4.482
Para la exportación........................	2.881
	26.518

El abastecimiento fué hecho en esta forma:

Sal producida en el pais.......,........	26.057
Id. importada................................	461
	26.518

La sal importada ha sido en su mayor parte para el consumo del Departamento de Loreto, donde por las dificultades del trasporte no es posible remitir la de los yacimientos que actualmente se explotan; pero la Compañía Salinera del Perú piensa poner muy en breve en trabajo el depósito de sal gema del Huallaga, en la región oriental, á orillas de un río y en comunicación fluvial con Iquitos.

También están incluídas en las 461 toneladas de sal importada, la refinada, cuyo consumo limitado, de solo 12 toneladas anuales, ha impedido establecer aqui una oficina de refinación de sal. Sin embargo se tiene este proyecto.

Dividiendo las 19.155 toneladas de sal doméstica que se consumen, entre los 4.000.000 de habitantes que probablemente tiene el Perú, resulta un consumo medio anual por habitante de 4 kg. 789.

Las principales industrias que consumen en el Perú cloruro de sodio son: la ganaderia, la salazón de cueros y pescados, y la metalurgia de la plata. La industria de sales alcalinas, á base de cloruro de sodio, no existe en el país, y es seguramente fácil de implantar, tanto por la abundancia de esta substancia y su bajo costo de producción, como por la existencia de grandes caídas de agua, que podrían suministrar la energía eléctrica en condiciones económicas.

Las 26.057 toneladas de sal producidas en el Perú, pueden descomponerse, como se indica á continuación, según la natura-

leza de los yacimientos de donde se les extrae, siguiendo la clasificación que veremos después:

Sal proveniente de salinas marinas...........	16.007
,, ,, de depósitos de sal gema..	6.099
,, ,, de vertientes saladas........	3.951
	26.057

El costo de la tonelada de sal, en el lugar de producción, sin considerar gastos generales, que son muy variables, según la intensidad de la explotación, ni el impuesto de consumo, es el siguiente:

Sal proveniente de salinas marinas..............	Lp.	0.1.90
,, ,, de depósitos de sal gema......	,,	0.7.00
,, ,, de vertientes saladas de la costa..............................	,,	0.2.00
,, ,, de vertientes saladas del interior	,,	0.4.70

Hasta el año de 1896 la explotación era libre en el Perú y la adquisición de los yacimientos se hacía conforme á la ley privativa de minería. En aquel año se dictó la ley de 11 de enero, que dispuso la creación del Estanco de este producto, facultando al Ejecutivo para que, en caso de dificultades para su implantación, fijase un impuesto de consumo. En uso de esa facultad, el Gobierno de entonces fijó en cinco centavos, por kilógramo, el impuesto para la sal doméstica y en un centavo para la industrial.

Este régimen de impuestos subsistió hasta 1902, año en el cual se contrató la implantación y administración del Estanco con una Compañía fiscalizada, organizada con este objeto. Fué entonces cuando se dieron los primeros pasos para la organización del Estanco que, en la actualidad, está rigiendo en toda la República. En esta labor se han sucedido tres Compañías con resultados completamente satisfactorios, pues el producto bruto de la venta, que fué de Lp. 94.140.5.83 en el citado año de 1902, se ha elevado hasta Lp. 274.711.9.12 en 1916, descomponiéndose así:

Producto de la sal doméstica...............	Lp.	256.191.3.34
,, de la sal industrial.....	,,	10.725.7.86
,, de la sal exportada...............	,,	7.534.2.95
,, de comisos y multas..............	,,	78.9.97
,, de arrendamiento de salinas	,,	128.0.00
	Lp.	274.711.9.12

El producto líquido, el mismo año de 1916, fué de Lp. 125.380.4.57.

El gasto más fuerte que hay que deducir de los productos brutos, es el ocasionado por el trasporte de la sal, que es sumamente costoso, porque debido á la escasez de fáciles vías de comunicación, hay que hacerlo en acémilas.

CAPITULO III

Clasificación de las salinas del Perú

Para hacer un estudio metódico de las salinas del Perú, principiaremos por buscarles una clasificación apropiada, tomando como base la que adopta L. de Launay en su tratado de "Yacimientos Minerales y Metalíferos", para describir las diversas fuentes de produción de la sal. Esta clasificación es la siguente:

1.—Depósitos de sal gema del silúrico y devónico.
2.— ,, ,, ,, ,, ,, pérmico y del triásico.
3.— ,, ,, ,, ,, de la era terciaria.
4.—Sal de las regiones desiérticas.
5.—Industria de las lagunas saladas.

Como casi todos los yacimientos de sal gema que en el Perú se explotan, pueden considerarse en la formación jurásica y triásica, sin que se haya constatado la existencia de ninguno, propiamente hablando, en los terrenos anteriores, ni en los de la era terciaria, de los tres primeros grupos solo consideraremos el segundo, designándolo con el nombre genérico de *Depósitos de sal gema.*

De Launay, considera en su cuarto grupo una serie de fuentes de producción de sal, que deben su existencia principalmente á las condiciones climatológicas del lugar y que son las que corresponden á los lugares desiérticos. Este grupo lo divide en tres subgrupos: 1º, las que son constituidas por parte de un mar reciente que ha sido separada y que la poca lluvia del lugar y la fuerte evaporación impiden que se vaya llenando paulatinamente hasta formarse una salida al mar; 2º, las que provienen de la lixiviación de terrenos que contienen cloruro de sodio, como los yacimientos de los grupos 1, 2 y 3; y 3º las formadas por la simple concentración de aguas dulces en una hoya cerrada.

En el 5º. grupo considera De Launay la industria de las lagunas saladas, que consiste en la extracción del cloruro de sodio del mar actual, haciendo ingresar sus aguas y evaporándolas en reservorios especialmente construidos para el caso.

Las salinas de la costa del Perú se relacionan con los grupos 4º y 5º de la clasificación anterior, pero sin corresponder precisamente á ninguno de ellos, por lo que las consideraremos en uno nuevo, con el nombre de *salinas marinas*, recordando con la segunda palabra la fuente de producción de la sal, que son las aguas del mar actual.

En efecto, las que así llamamos son las formadas por las aguas del mar actual, que de un modo permanente y constante filtran hacia depresiones naturales del litoral, depositando por evaporación solar, el cloruro de sodio y las otras sales que contienen, de manera que si bien es cierto que tienen de comun con la industria de las lagunas saladas la fuente de donde toman la sal, que en ambos es la inagotable del mar, en cambio se diferencian de ellas en la naturaleza de los reservorios en que se efectúa la evaporación, que no son ya los estanques impermeables construidos por la mano del hombre y de dimensiones limitadas á su objeto, sino las partes más profundas de extensas depresiones litorales, donde á más del agua del mar es preciso evaporar la de la lluvia que cae en toda la depresión, lo que hace necesario que exista en el lugar una gran evaporación é insignificantes precipitaciones atmosféricas, condiciones que no son por cierto necesarias para la industria de las lagunas saladas, que, como sabemos, se encuentran en países lluviosos.

Tampoco sería posible considerar nuestras salinas litorales en el 4º grupo de De Launay, á pesar de ser necesarias para su existencia las mismas condiciones de clima, que son las de los lugares desiérticos, por la diferencia de origen que con ellas presentan, pues en las del primer subgrupo, que son á las que más se asemejan, se consideran las fuentes de producción de sal formadas por partes de un mar reciente, que han sido absolutamente separadas de él y la sal que contienen está llamada á desaparecer, no importa en que tiempo, con la extracción constante que de ella se hace, mientras que nuestras salinas tienen en el agua del mar como ya hemos dicho, una fuente permanente de cloruro de sodio.

Como las aguas cargadas de cloruro de sodio provenientes de la disolución de depósitos de sal gema, son en el Perú objeto de explotación de cierta importancia, las consideraremos en un gru-

po especial con el nombre de "Vertientes saladas", que corresponde al segundo subgrupo del grupo 4º de la clasificación de De Launay.

En resúmen, clasificaremos las salinas del Perú en tres grupos, que, por orden de importancia, serán los siguientes:

1º Salinas marinas
2º Depósitos de sal gema
3º Vertientes saladas

CAPITULO IV

Estudio teórico de las salinas marinas

Supongamos una cuenca litoral en comunicación directa con el mar y formada por un terreno impermeable como. por ejemplo, una roca eruptiva, sobre la que descansa un terreno permeable, como depósitos de arena, ocupando una extensión desde algunos metros bajo el nivel del mar hasta algunos metros encima. Designemos por *A* la extensión horizontal de la citada cuenca limitada por la línea que separa sus aguas. Llamemos *l* la altura de lluvia que cae anualmente en el lugar y tendremos que la que cae en toda la cuenca es *l.A*; pero de esta cantidad la mayor parte es vuelta á evaporar y solo una fracción, que designaremos por *n*, y que varía mucho con las condiciones del terreno y del clima, se infiltra al traves de la arena ó corre sobre ella hasta encontrar su salida al mar. El agua que filtra descenderá hasta encontrar la prolongación del nivel del mar en el terreno permeable, y el aumento de presión, ocasionado por dicha agua, dará lugar á una corriente, de la tierra hacia el mar, de toda la masa líquida contenida en el terreno permeable, aún á nivel inferior al mar. Con la continuación indefinida de este fenómeno, toda el agua que rellenaba la parte inferior de la cuenca permeable es reemplazada con agua de lluvia, siendo por esto que en el litoral, aún á nivel inferior al mar, se encuentra siempre agua dulce, excepción hecha, como se comprende, de las partes muy próximas á la orilla donde ambas aguas se mezclan.

Supongamos ahora que en un punto cualquiera de esa cuenca exista una excavación que llega á nivel inferior al mar, y llamemos *B* á la extensión de ella en metros cuadrados. Es evidente que el agua del subsuelo será puesta al descubierto y, de consiguiente, sometida á la evaporación. Designando por *e* la evaporación total anual, en la superficie B se evaporará *B.e* y el nivel del agua en la excavación descenderá una cierta altura, ocasionando el ingreso á ella de las aguas de infiltración, que están á

nivel más elevado. Si la evaporación es suficientemente grande, toda el agua de lluvia, que es $A.n.l$ puede ingresar á la excavación y ser evaporada, dejando de salir al mar. Se habrá, pues, formado una hoya cerrada; pero la diferencia entre $B.e$ y $A.n.l$ dará lugar á que el nivel del agua en la excavación vaya decreciendo, haciéndose de consiguiente inferior al mar; y como hemos supuesto que el terreno sea permeable, es evidente que una corriente de agua salada tiene que establecerse entre el mar y la cuenca litoral, lo que, por la persistencia del fenómeno, ocasionará que toda el agua del subsuelo, á nivel inferior al mar, sea reemplazada por la que ingresa del Oceano. En los lugares en que estas condiciones se realizan en cualquiera excavación efectuada en la cuenca hasta nivel inferior al mar, no se encúentra agua dulce sino agua salada. Así, pues, la condición fundamental para que puedan existir salinas marinas, puede expresarse de este modo.

$$B.e > n.l.A$$

ó

$$B.e - n.l.A > 0$$

$B.e - n.l.A$ representa en metros cúbicos la cantidad de agua de mar evaporada en la excavación y en altura será:

$$E = e - \frac{n.l.A}{B} \quad (1)$$

E representa lo que podemos llamar la evaporación efectiva ó útil de la salina. A ella es proporcional la cantidad de sal depositada.

Las condiciones de clima necesarias para que E tome un valor positivo son, como veremos después, las que reunen los lugares desiérticos.

Supongamos ahora una cuenca donde las condiciones de la ecuación (1) sean satisfechas y designemos por R. la menor distancia de la excavación al mar, y por H la profundidad del depósito permeable desde el nivel del mar hasta el terreno impermeable subayacente y por h la altura del agua en la excavación sobre el terreno impermeable. La diferencia $H—h$ será el desnivel, que designaremos con la letra Z, que ocasiona la circulación de las aguas del mar hacia la excavación. El agua del mar penetra á la excavación filtrando al través de la masa del terreno permea-

ble que la separa del Oceano y el gasto por unidad de tiempo y unidad de perímetro de excavación es dado por la fórmula:

$$Q = \frac{k. Z (H + h)}{2R}$$

en que k es un coeficiente que depende de la naturaleza del terreno permeable y que tratándose de arena de grueso mediano puede tomarse $k = 0.0003$.

Designado por $2p$ el perímetro de la excavación, el gasto en un segundo será:

$$Q = \frac{k.p. Z (2 H - Z)}{R} \quad (2)$$

fórmula en que se ha reemplazado:

$$h = H - Z$$

Ahora bien, suponiendo el equilibrio establecido, la cantidad de agua que ingresa á la excavación debe ser igual á la cantidad que se evapora, y como esta tiene por valor en un año $B.E$, designando por t el número de segundos contenidos en un año, en la unidad de tiempo la evaporación será:

$$\frac{B. E}{t}$$

y se tendrá:

$$\frac{B. E}{t} = \frac{k. p. Z (2 H - Z)}{R}$$

$$B. E. R = k. p. Z (2 H - Z)t$$

$$B. E. R = 2 H. k. p. Z. t - k. p. Z^2 t$$

$$t. k. p. Z^2 - 2 H. k. p. t. Z + B. E. R = O \quad (3)$$

Esta es una ecuación de segundo grado en Z, que liga entre sí los diferentes elementos que contribuyen á formar una salina, permitiendo determinar uno, cuando son conocidos los demás, y deducir, como veremos luego, muchas consecuencias importantes,

asi como explicar diversos fenómenos que se observan en las salinas.

Despejando *Z* de la ecuación (3), se tiene:

$$Z = H - \sqrt{H^2 - \frac{B. E. R}{k. p. t}} \quad (4)$$

Determinados por la observación los diferentes elementos de la ecuación (4) que corresponde á un lugar determinado, es posible deducir *Z* que indicaría la profundidad mínima que debería tener la excavación (de dimensiones dadas) para que pudiera existir una altura de agua que permitiese la formación de la sal, es decir para que pudiese haber una salina.

Si la profundidad de una excavación es menor que el valor *Z* dado por la fórmula (4), el agua salada no debe aflorar; pero desde este momento el valor de *E* pasa bruscamente á 0 y *Z* decrece inmediatamente, es decir que el agua tiende á elevarse, con lo que *E* toma nuevamente su valor y *Z* vuelve á crecer. De este fenómeno que da lugar á que el agua en la excavación tienda á elevarse sobre el fondo de ella y á volver á desaparecer preservándose de la evaporación, resulta que una capa de cloruro de sodio va formándose en el fondo y con su resistencia anula la débil presión del agua del subsuelo, secándose por consiguiente de un modo definitivo la excavación. Este proceso es el que se ha desarrollado en la gran depresión inferior al mar donde se hallan las salinas de Sechura, y en las que se encuentra debajo de la sal una vertiente salada, que aflora en cuanto ésta es extraída, y solo vuelve á desaparecer definitivamente cuando una nueva capa de sal de cierta resistencia ha sido formada.

A las mismas oscilaciones bruscas del valor de *E*, que pasa violentamente de cero á un valor normal, puede atribuirse la formación de la capa superficial de cloruro de sodio que existe en todas las salinas.

En la práctica es muy dificil determinar el valor de *H* porque el agua impide hacer las excavaciones, pero puede determinarse por la ecuación (3), de donde se deduce:

$$H = \frac{1}{2}\left(Z + \frac{B. E. R}{k. p. t. Z}\right) \quad (5)$$

El nivel del mar que sirve para determinar *H* y *Z* en las ecuaciones precedentes no es constante sino que varía con las horas

del día, produciendo el fenómeno conocido con el nombre de mareas.

Es evidente que puede establecerse la relación:

$$H = f(t),$$

lo mismo que:

$$Z = f(t);$$

y por medio de integrales deducir en vez de la fórmula (3), otra que tenga en cuenta dicho fenómeno y que sea, por consiguiente, más exacta, pero nos conduciría á demasiadas complicaciones y, además, no tendría objeto, desde que todos los coeficientes de que disponemos, como se verá después, son solamente aproximados y no vamos en demanda de soluciones númericas exactas, sino á explicar los diversos fenómenos que se observan en las salinas y á demostrar por consideraciones analíticas la exactitud de la teoría que hemos presentado sobre la formación de las salinas de nuestro litoral.

Supongamos ahora que no se trata de una excavación donde las aguas del mar afloran, sino dos ó más, y reemplazando en la fórmula (4)

$$Z = H - h$$

se tiene:

$$h = \sqrt{H^2 - \frac{B.\ E.\ R}{k.\ p.\ t}}$$

Como se vé, para un mismo lugar, en que son constantes *k*. *E*. y *t*, el nivel del agua en las diversas excavaciones varía de preferencia con *H*, que interviene con su cuadrado, y después *B*. *R* y *p*. Si las excavaciones son cuadradas, se puede eliminar uno de los factores, *B* ó *p*, desde que:

$$\frac{B}{p} = \frac{p}{4}$$

La fórmula sería:

$$h = \sqrt{H - \frac{p.\ E.\ R}{4\,k.\ t}} \quad (7)$$

Es decir que en las excavaciones más grandes el nivel del agua estará más abajo.

Pero hagamos ahora intervenir la profundidad de la excavación. Como se ve ella parece no tener influencia en la fórmula (7); pero hay que hacer un raciocinio. Es evidente que mientras menos profunda es la excavación, contiene menor cantidad de agua, y como la evaporación dada por la fórmula (1) es la misma, el agua se irá cargando de cloruro de sodio mucho más rápidamente, hasta que llegue á la saturación, y la sal depositada en el fondo lo hará, si no absolutamente impermeable, por lo menos de filtración muy difícil. El valor H de la ecuación (7), se reduce pues por este hecho en la altura, bastante importante, del fondo de la excavación sobre el terreno impermeable, y h decrecerá notablemente. La excavación tiende, pues, á secarse completamente, ó á mantener el nivel del agua inferior al de las excavaciones vecinas más profundas. Ahora bien, ese desnivel ocasiona una circulación constante de agua, de estas excavaciones á las menos profundas, al través de sus paredes, que permanecen permeables.

El fenómeno que acabamos de estudiar da lugar á que en una zona ó depresión donde existen diversas excavaciones de profundidad variable, y donde aflora el agua salada, las más profundas actuen solamente como superficies de concentración, alimentando constantemente con sus aguas, que ya han sufrido la evaporación solar, las excavaciones menos profundas, donde la cristalización de la sal está acelarada no solo por el menor volúmen de agua contenida, sino también por recibir agua ya concentrada.

La circulación del agua de unas excavaciones á otras se efectúa con cierta lentitud, por tener que filtrar al través de la masa de arena que las separa; y por un cierto tiempo, que sería posible determinar en cada caso, está obligada á permanecer en cada una de ellas. A este tiempo corresponde determinada evaporación y concentración, de manera que el equilibrio entre la cantidad de agua que entra y sale á una excavación puede establecerse marcando el líquido que ella contiene un grado sensiblemente constante.

Las anteriores deducciones explican satisfactoriamente lo que se observa en la salina de Huacho, donde existen diversas depresiones en que marca el agua de cada una de ellas un determinado grado de concentración, que permanece constante á pesar de la evaporación.

Como del grado de concentración del agua salada depende la naturaleza de las substancias que se depositan, resulta lo que se

observa en la referida salina de Huacho, esto es que hay depresiones ó cubetas donde solo cristalizan grandes masas de yeso, exento casi de sal, mientras que en otras es cloruro de sodio, desembarazado ya del sulfato de cal, el que cristaliza. El que esto escribe ha tenido oportunidad de comprobar practicamente estas teorías, efectuando varias nivelaciones entre los diversos reservorios de evaporación de la citada salina y ha comprobado el desnivel y, por consiguiente, la circulación constante del agua salada de los lugares donde se deposita el yeso á aquellos donde cristaliza la sal.

Las depresiones donde cristaliza el yeso, son, pues, superficies de concentración del agua salada, semejantes á las que, para ese objeto, se construyen en la industria de las lagunas saladas y á su existencia se debe la pureza de la sal que se obtiene.

El estudio que acabamos de hacer demuestra, pues, suficientemente la verdad de la teoría que hemos presentado sobre las salinas de nuestro litoral, que llamamos salinas marinas. Sin embargo, debemos responder á una posible objeción, y es el no haber tenido en cuenta la tendencia que deben tener las aguas de la excavación al mezclarse con las del mar, separadas sólo por terrenos permeables. Es evidente que este fenómeno puede y debe realizarse, contrariando la concentración de las aguas del mar en la forma que hemos expuesto; pero no cabe duda que su intensidad tiene que ser muy reducida, en primer lugar, porque la diferencia de densidades del agua salada á diversos grados de concentración es bastante pequeña, pues siendo la del mar 1.022 la del agua saturada es solamente 1.209 y, en general, estas aguas no se encuentran vecinas sino separadas por zonas donde el grado de concentración es intermedio y, de consiguiente, la diferencia de densidades es muy reducida. Ademas la mezcla tiene que realizarse atravesando las aguas grandes masas permeables, lo que evidentemente aumenta la dificultad por la lentitud con que el agua circula al través de la arena, y sobre todo teniendo como única causa una reducida diferencia de densidades.

Hasta ahora hemos supuesto que el nivel del agua en la excavación sea inferior al de la baja marea, de manera que el agua siempre circula del mar hacia ella. Consideremos ahora el caso que se presenta en muchas salinas, en que el nivel del agua en la zona de evaporación es superior á la baja marea. En este caso es evidente que tiene que haber salida de agua de la excavación al mar. Vamos á calcular la cantidad que ingresa y la que sale, designándolas por Q_i y Q_s, referidas al tiempo que dura un juego

de mareas. El agua ingresa á la excavación desde el momento en que el nivel del mar se eleva sobre el plano de evaporación, y el gasto es dado por la fórmula:

$$Q_i = \frac{k.\ p.\ Z}{R}\ (H + h)$$

pero

$$H = h + Z$$

luego:

$$Q_i = \frac{k.p.\ Z\ (2h + Z)}{R}$$

pero como en general *Z* es muy inferior á *h* y con mayor razón á 2*h*, para simplificar la podemos suprimir en el paréntesis y queda:

$$Q_i = \frac{k.\ p.\ 2h.\ Z}{R}$$

Consideramos ahora, como se ve en la figura (1), que el nivel del mar se encuentre en la posición *ab*, siendo *Z* la diferencia entre *ab* y el nivel de la evaporación. Se tiene entonces que el gasto será dado en ese momento por la fórmula:

$$Q_i = \frac{k.\ p.2h.\ Z}{R}$$

En un tiempo infinitamente pequeño *dt*, la cantidad de agua ingresada será:

$$dQ_i = \frac{k.\ p.\ 2h.\ Z.\ dt}{R}$$

pero como el movimiento de las mareas es uniforme, la elevación del nivel del mar es proporcional al tiempo empleado en elevarse; luego llamando *D* la diferencia de nivel entre la alta y la baja marea y *T* al tiempo en que el mar pasa de la baja á la alta marea, se tiene la proporción siguiente:

$$\frac{Z}{t} = \frac{D}{T}$$
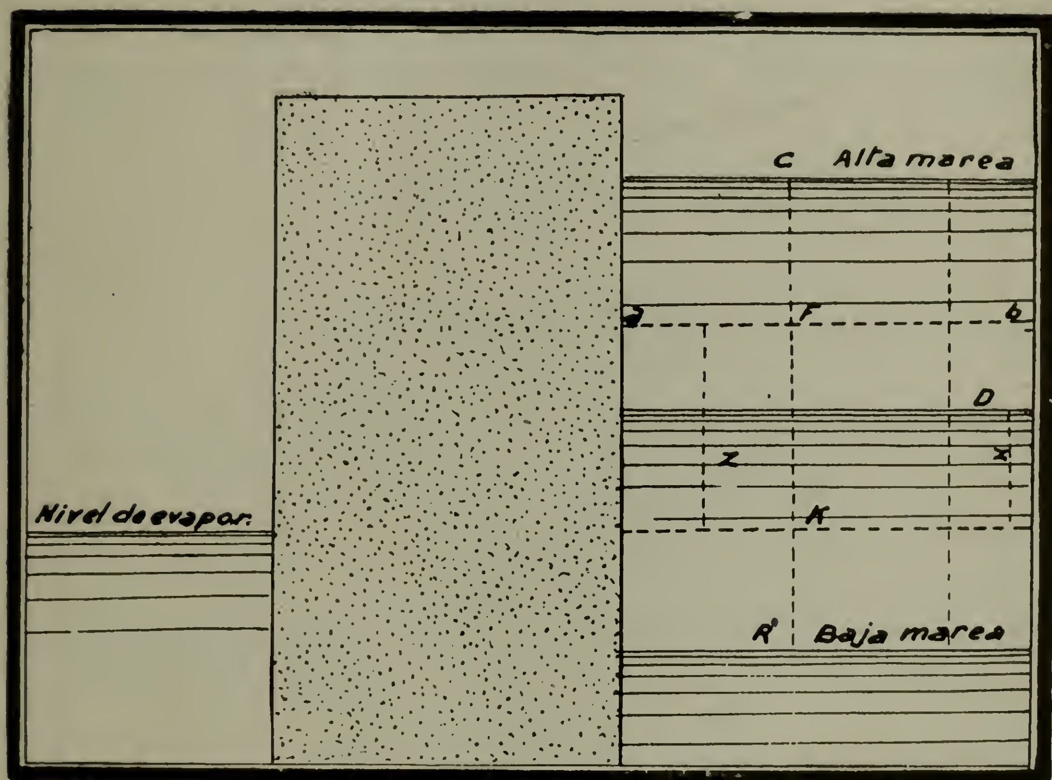


Fig. 1.—Corte mostrando la posición del nivel de evaporación

V.—118/119

y

$$Z = \frac{t.\,D}{T}$$

y reemplazando en la ecuación anterior:

$$dQ_i = \frac{k.\,p.\,2h.\,D.\,t.\,dt}{R.\,T}$$

Designando por t_i el tiempo trascurrido desde que el mar está al nivel del agua en la excavación hasta la alta marea, se tiene integrando:

$$Q_i = \frac{k.\,p.\,2h.\,D}{R.\,T} \int_0^{t_i} t.\,dt$$

$$Q_i = \frac{k.\,p.\,2h.\,D}{R.\,T} \quad \frac{t_i^2}{2}$$

pero tenemos la proporción:

$$\frac{t_i}{T} = \frac{f.k}{D}$$

y en la figura (1) se ve que:

$$f.k = \frac{D}{2} + Z$$

$$t_i = \frac{T}{D} \left(Z + \frac{D}{2} \right)$$

de manera que:

$$Q_i = \frac{k.\,p.\,h.}{R} \left(Z + \frac{D}{2} \right)^2$$

Como el mismo fenómeno tiene lugar desde la alta marea hasta el plano de evaporación, se tiene que el ingreso en un juego de mareas será:

$$Q_i = \frac{2\ p.\ k.\ h}{R}\left(Z + \frac{D}{2}\right)^2$$

La salida del agua de la excavación hacia el mar principia desde el momento en que el agua del mar está al nivel de la excavación y dura hasta la baja marea y el gasto en un momento cualquiera es dado por la fórmula:

$$Q_s = \frac{k.\ p.\ Z\,(2H - Z)}{R}$$

pero en este caso *H* es *h* y suprimiendo del paréntesis *Z*. se tiene

$$Q_s = \frac{k.p.\ 2h.\ Z}{R}$$

En el tiempo *dt* el gasto será:

$$dQ_s = \frac{k.\ p.\ 2h.Z.\ dt}{R}$$

y como: Z:t :: D:T

$$Z = t\ \frac{D}{T}$$

$$d\ Q_s = \frac{k.\ p.\ 2h.\ D}{R.\ T}\ t.\ dt$$

é integrando desde $t = O$ hasta t_s, que indica todo el tiempo trascurrido desde que el nivel del mar es igual al de evaporación hasta la baja marea, se tiene:

$$Q_s = \frac{k.\ p.\ 2h.\ D}{R.\ T.}\int_0^{t_s} t.\ dt$$

lo que da integrando:

$$Q_s = \frac{k.\ p.\ 2h.\ D}{R.\ T.}\ \frac{t_s^2}{2}$$

pero tenemos la proporción:

$$t_s : KR :: T : D$$

por consiguiente.

$$t_s = \frac{T}{D} K.R$$

y en la figura se vé:

$$K.\ R = \frac{D}{2} - Z$$

luego:

$$Q_s = \frac{k.\ p.\ 2h}{2\ R} \left(\frac{D}{2} - Z \right)^2$$

Desde la baja marea hasta el nivel de evaporación se tiene, en el tiempo de un juego de mareas:

$$Q_s = \frac{K.\ p.\ 2h}{R} \left(\frac{D}{2} - Z \right)^2$$

El ingreso efectivo en la salina, que llamaremos Q en el $2T$, será:

$$Q = \frac{2\ k.\ p.\ h}{R} \left(\left(\frac{D}{2} + Z \right)^2 - \left(\frac{D}{2} - Z \right)^2 \right)$$

$$Q = \frac{2\ k.\ p.\ h}{R} \left(Z^2 + Z D + \frac{D^2}{4} - \frac{D^2}{4} + Z D - Z^2 \right)$$

por consiguiente:

$$Q = \frac{4k.\ p.\ h.\ Z.\ D}{R}$$

Este ingreso efectivo en el tiempo $2T$ es la suma ó la integral de las entradas y salidas del agua constantemente variables con la altura de la marea, y para obtener su equivalente, uniforme en la unidad de tiempo, habría que dividir por $2T$ y se tiene:

$$Q = \frac{2k.\ p.\ h.\ z}{R} \cdot \frac{D}{T}$$

siendo D/T constante que representa la velocidad de la marea.

En un año, el gasto sería:

$$Q = \frac{2k.\ p.\ h.\ Z}{R} \quad \frac{D.t}{T}$$

siendo t el número de segundos contenidos en un año.

El juego de la marea da lugar también á otro fenómeno, que consiste en que el agua que sale de la depresión durante la baja marea, es más salada que la que ingresa, pues se encuentra ya concentrada por la evaporación, de manera que hay una constante salida de sal, que conviene tener en cuenta por las deducciones á que da lugar.

Designando por m la cantidad de cloruro de sodio contenida, por metro cúbico, en el agua del mar y por m' la contenida en el agua ya concentrada de la salina, se tiene que en cada juego de mareas hay una salida de sal designada por

$$Q_s = (m' - m)$$

Esta cantidad muy pequeña al principio cuando m' es sensiblemente igual á m, va aumentando á medida que el agua se concentra por evaporación y puede suceder el caso de que llegue á ser igual á la sal ingresada, que es $Q_i\, m$. Desde este momento cesa de haber concentración en el agua de la depresión; y si esto sucede antes que principie la cristalización de la sal, es evidente que el agua permanece á un grado constante sin llegar nunca á formarse sal. Esto se observa frecuentemente en las lagunas situadas cerca del mar, en las que el agua se concentra hasta un cierto grado, que permanece constante á pesar de la evaporación.

Como en este caso

$$Q = Q_s\ (m' - m)$$

reemplazando Q_i y Q_s por sus valores determinados y como m es conocido, puede deducirse m', lo que permitiría en un caso determinado preveer el grado de agua, en caso de ser inferior á la evaporación. Además el valor Q_s $(m' - m)$ dando á m' el valor que corresponde á la saturación, debe ser deducido de Q para calcular la cantidad de sal que puede formarse en una depresión; pero vamos á ver que esto es solamente para el caso bastante raro de que la zona de evaporación se encuentre muy próxima al mar.

En efecto, la salida del agua de la excavación hacia el mar solo puede efectuarse cuando el nivel de este es inferior al de evaporación y cualquiera que sea el valor de *Z*, el tiempo en que esto se realiza no puede ser mayor que el trascurrido en la baja marea, que es de seis horas ó 21,600 segundos. No cabe duda de que el agua de la depresión que en este período no tuvo tiempo para atravesar el dique de arena que la separa del mar, regresa con el aumento de presión, que ocasiona la subida del nivel del mar. Si designamos por *R′* la distancia máxima, de la excavación de la salina, para que exista salida del agua, y por *U* la velocidad de de circulación del agua en la arena, se tendrá que en los 21,600 segundos

$$R' = 21{,}600\ U$$

pero

$$U = 0.0008$$

y siendo

$$I = \frac{D}{2R}$$

como máximo, en que *D* es la distancia de la alta á la baja marea, que es en general 2 metros, por consiguiente:

$$R' = \frac{21{,}600 \times 0.0008}{R'}$$

$$R' = \sqrt{16}$$

ó 4 metros.

Como se ve pues, pasando de la distancia de 4 metros, no es necesario tener en cuenta la pérdida de sal producida por la diferencia de concentración del agua que ingresa y sale en la salina.

Sucede á veces que existen lagunas que distan del mar más de 4 metros y que, sin embargo, el grado de concentración del agua que contienen, permanece constante y superior al del mar, pero inferior al de saturación. Esto depende; en primer lugar, de las aguas de lluvias que ingresan á ellas y, en segundo, siendo esto lo principal, que la circulación en el terreno que la separa del Oceano es más facil de lo que la hemos supuesto, por no tratarse de arena sino de materiales más grandes, como por ejemplo rodados, ó porque existe una comunicación más ó menos libre con el mar, es decir que en todo caso *U* tiene un valor mucho mayor que 0.0008 *I*

CAPITULO V

Descripción de las salinas marinas

Como se ha visto en el Capítulo anterior, es merced á condiciones topográficas y climatológicas, que hemos procurado expresar en una ecuación, que las salinas marinas pueden existir. Vamos pues á estudiar en detalle cada una de estas circunstancias ó factores y ver como en el Perú se encuentran realizadas.

El factor 1 de la ecuación (1) es el primero que hay que considerar, desde que es el que tiene más fuertes variaciones según los lugares del globo. Representa la lluvia total anual caída en el sitio donde se encuentran las salinas, y es bien sabido cómo las precipitaciones atmosfericas se encuentran tan desigualmente repartidas sobre las superficies de los continentes. No vamos á estudiar aquí las causas de este fenómeno, que se encuentran analizadas en todo tratado de Geología, y en lo que al Perú se refiere basta recordar que la cordillera de los Andes, obligando á ascender á los vientos de NE. y SE. provoca la precipitación de los vapores acuosos que contienen sobre sus dos vertientes; pero de preferencia sobre la oriental, que forma la hoya de grandes lluvias del Amazonas. Sobre la vertiente occidental cae, sin embargo, la suficiente agua para permitir el cultivo de las tierras, pero ya en los bordes del Pacífico, ó región de la costa, el viento llega totalmente seco y la agricultura solo existe por la irrigación, que permiten los ríos que descienden de la falda occidental de los Andes.

Considerando como 100 los 140 millones de kilómetros cuadrados que tienen de extensión total los continentes, pueden dividirse en las siguientes proporciones, según la cantidad de lluvia que reciben anualmente:

Zonas donde cae menos de 0m.254 de lluvia anual...	21.7
Zonas donde cae menos de 0m.254 á 0m.640 de lluvia anual...	30.7
Zonas donde cae menos de 0m.640 á 1m.275 de lluvia anual...	24.9
Zonas donde cae menos de 1m.275 á 1m.910 de lluvia anual...	16.2
Zonas donde cae más de 1m.910 de lluvia anual.......	6.5

En las regiones donde la lluvia anual es inferior á 0m.254, no puede haber cultivo alguno á no ser por irrigación, como en la costa del Perú, siendo por esto que se les donomina zonas desiérticas ó de clima desiértico. Pero, como hemos visto en el Capítulo precedente, para que puedan existir salinas marinas es no solamente indispensable un mínimun de lluvia, sino también un máximo de evaporación, de manera que sólo pueden existir en las zonas desiérticas intertropicales.

En el antiguo mundo hay una gran zona desiértica intertropical, que principia cerca de la costa O del Africa, que atraviesa totalmente este continente de O. á E., abrazando el desierto de Sahara y que penetra en el Asia, cubriendo gran parte de la Arabia, el sur de Persia y la Mongolia, hasta las montañas de Kingham, en el centro del Asia. Esta gran zona desiértica solo tiene de litoral las orillas del Mar Rojo y el golfo Pérsico, donde, al existir las condiciones topográficas necesarias, puede haber salinas semejantes á las de que tratamos.

En el nuevo continente las zonas desiérticas son muy reducidas. Existe una en el norte de California y otra en la República Argentina; pero ambas son de escaso litoral. Por último, tenemos la costa del Perú, donde la altura de lluvia anual es muy inferior á Om. 254, que se cita como límite de las zonas desiérticas, pues sólo llega á Om. 050. En efecto, según los datos del Observatorio Unánue, la cantidad de lluvia caída en los diferentes meses de los años 1897 y 1898, fué como sigue:

Setiembre	de	1897	13	milímetros
Octubre	,,	,,	2	,,
Noviembre	,,	,,	0	,,
Diciembre	,,	,,	1	,,
Enero	,,	1898	1	,,
Febrero	,,	,,	0	,,
Marzo	,,	,,	0	,,
Abril	,,	,,	0	,,
Mayo	,,	,,	0	,,
Junio	,,	,,	3	,,
Julio	,,	,,	11	,,
Agosto	,,	,,	16	,,
			47	milímetros.

Tomando el promedio de la lluvia caída en Lima, según el mismo Observatorio, en los años 1884, 1885, 1886, 1887, 1888, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, 1898, 1911 y 1912, se obtiene un promedio de 48 milímetros al año. Se puede, pues, tomar en números redondos Om. 050 como altura de lluvia total anual para la costa del Perú.

Otro término muy variable de la ecuación (1), es la evaporación total anual designada por *e*.

En el Perú no se tienen más observaciones que las registradas en el Observatorio Unánue en los años 1897 y 1898, que fueron, por meses, como sigue:

Setiembre	de	1897	36	milímetros
Octubre	,,	,,	78	,,
Noviembre	,,	,,	91	,,
Diciembre	,,	,,	124	,,
Enero	,,	1898	114	,,
Febrero	,,	,,	115	,,
Marzo	,,	,,	158	,,
Abril	,,	,,	122	,,
Mayo	,,	,,	81	,,
Junio	,,	,,	67	,,
Julio	,,	,,	39	,,
Agosto	,,	,,	39	,,
			1.059	milímetros.

En la actualidad, la Compañía Salinera del Perú ha puesto en las principales salinas aparatos para medir la evaporación, de manera que, en adelante, se podrá disponer de una base segura para efectuar estos cálculos. Las observaciones que hasta hoy se tienen sólo alcanzan á dos meses, y los datos registrados en los referidos aparatos son mayores que los que se señalan, en los mismos meses del año, en el Observatorio Unánue, tomados como base en estos cálculos.

Las observaciones en la salina de Caucato, verificadas en el mes de setiembre de 1917, acusan una evaporación total á la intemperie de 147 milímetros y las del Observatorio Unánue, correspondientes al mismo mes del año 1897, tomadas como base en estos cálculos, 36 milímetros.

Otro factor general de la ecuación (1), es *n*, que representa la proporción entre la cantidad de agua que corre en la superficie del terreno ó se infiltra en él y la lluvia total. Este coeficiente es, en general, muy reducido, pues gran parte del agua caída es vuelta á evaporar. Así, del agua caída sobre la cuenca del Missisipi, solo la cuarta parte llega al mar, y en la del Missouri, el 85 % se vuelve á evaporar.

Según las medidas efectuadas en muchos ríos, la cantidad de agua que estos recojen es solo de 1/4 ó 1/5 de la lluvia.

Ahora bien, de los cortos y distanciados aguaceros de la costa del Perú, es claro que las pérdidas por evaporación tienen que ser considerables, sobre todo en los lugares, como en las salinas donde no existe absolutamente vegetación, por cuya razón el agua caída es expuesta á la evaporación á la intemperie. Podemos pues tomar con toda seguridad el valor 0.20 para el coeficiente *n*. La desigualdad queda trasformada, para el caso de tratarse de la costa del Perú, como sigue:

$$\frac{B}{A} > \frac{n.l}{e}$$

ó

$$\frac{B}{A} > \frac{0.2 \times 0.005}{1.059}$$

De aquí se deduce que B/A debe ser mayor que 0.01; es decir que en una cuenca cerrada, de superficie determinada, es preciso que exista una cubeta de evaporación de área mayor que la centésima parte de aquella para que pueda haber una salina y que dicha cubeta se encuentre á nivel inferior al mar.

El valor de B es, en general, bastante grande y como el litoral se va elevando rápidamente al alejarse de la playa, sería dificil formar superficies de evaporación de las dimensiones requeridas, si la naturaleza en determinados lugares no facilitase el trabajo humano ó aún lo hiciera totalmente, formando depresiones litorales.

Las superficies litorales que presentan un nivel inferior al mar, no son por cierto raras en el mundo y generalmente son terrenos ganados al mar ó, mejor dicho, separados de él por un dique formado por el mismo oceano, que la mano del hombre ha contribuído, en algunos casos, para consolidar y perfeccionar. La extensión de estos terrenos es, en algunos casos, bastante grande, como en Holanda y Venecia y el fenómeno que los produce ha sido pues bien estudiado; pero lo repetiremos aquí, brevemente, indicando como se ha realizado en el Perú y que carácteres especiales presenta.

Es sabido que las materias arrancadas por el már á los acantilados que en muchos casos constituyen sus orillas, son trasportados por el mismo mar á lo largo de la costa, hasta llegar á un un sitio donde el reposo de las aguas facilita su depósito. Esos lugares están constituídos, en general, por las ensenadas que presenta el litoral, donde las corrientes, que son generalmente paralelas á la costa, no pueden penetrar sino á condición de formar remolinos que facilitan el depósito de los materiales en suspensión, favoreciendo también este fenómeno la poca pendiente de algunas playas que amortiguan considerablemente la velocidad de las olas.

Los materiales acarreados por el mar son, pues, en general, depositados entre los dos extremos ó cabos que forman la ensenada, estableciéndose lo que se llama un cordón litoral. Como en el Perú la dirección general de la corriente marina, es de Sur á Norte, las ensenadas que presentan su abertura hacia el Sur son las más facilmente rellenadas, sea por los materiales trasportados por los ríos que desembocan en la ensenada, cuando esto tiene lugar, produciéndose la formación de los deltas, ó sea, simplemente, por sedimentos marinos. En el primero caso, el ingreso constante de agua dulce impide la formación de salinas; pero en el segundo, las lagunas que se forman son saladas y constituyen la base de los yacimientos de cloruro de sodio de que tratamos.

Cuando el cordón litoral ha separado del mar una antigua ensenada, donde no desemboca ningún río, esta puede, no obstante, irse rellenando paulatinamente é incorporarse al continente.

En efecto, la cumbre del cordón litoral queda al nivel de las más altas mareas extraordinarias, y como este fenómeno sólo se repite pocas veces en el año, resulta que gran parte de aquel queda totalmente emergido por períodos largos de tiempo, y si dicho cordón está formado de arena, este material una vez secado por el sol, es puesto en movimiento por el viento, formándose médanos, los que, al avanzar hacia el interior, van rellenando las lagunas y depresiones que encuentran á su paso, con lo cual el nivel de la región se va elevando paulatinamente, hasta hacerse en toda su extensión superior al oceano y quedando, por consiguiente, totalmente incorporada al Continente. Las depresiones que forman las salinas, son zonas del litoral donde este proceso se encuentra á media realización; el cordón litoral se ha consolidado ya totalmente, suprimiendo el ingreso superficial de las aguas del mar hacia la depresión; ésta ha sido ya en gran parte rellenada y sólo presenta una zona á nivel inferior al mar, en cuya parte más profunda existe una laguna de agua salada, que se alimenta por filtración de las aguas marinas y en la cual la extensión de su superficie representa el equilibrio entre las filtraciones y la evaporación.

Es, pues, indudable, que las depresiones que forman las salinas están llamadas á desaparecer por la continuación misma del fenómeno que las ha formado; pero el tiempo en que tal cosa ocurrirá depende de la lentitud con que dicho fenómeno se desarrolla. Así, mientras que en algunas salinas de Piura, se vé que los médanos avanzan rápidamente cubriendo las zonas de evaporación, en otras, como en la de Huacho, esos médanos están cubiertos de una ligera vegetación que los inmoviliza. Es posible, desde luego, detener la desaparición de las salinas, fomentando el desarrollo de una vegetación apropiada sobre los médanos, como, por ejemplo, la grama salada que existe en Casma y Huacho.

En resúmen, lo que he designado por salinas marinas, son depresiones del litoral, que tienen una zona á nivel inferior al oceano, donde se evaporan las aguas de lluvia y las filtraciones de mar que afluyen á ellas, depositándose el cloruro de sodio que contienen esas aguas.

Geológicamente, el terreno que forma las depresiones hasta un nivel inferior al mar, está constituído por un material permeable, arena siempre, reposando sobre un terreno impermeable, que constituye la formación donde existía la ensenada en la cual se depositaron los sedimentos marinos. Dicha formación, es, frecuentemente, un dique eruptivo, y, á veces, paquetes sedimentarios.

CAPITULO VI

Descripción de las principales salinas marinas

Dejando aparte la distribución geográfica, vamos á ocuparnos de las diversas salinas de esta naturaleza, según su importancia, y agrupándolas por sus caracteres comunes.

Salina de Huacho.—Está situada en el departamento de Lima, á 24 kilómetros al sur de Huacho, pueblo al cual está unida por ferrocarril, lo mismo que á Lima, de cuya ciudad dista 156 kilómetros.

Es esta salina la más importante del Perú, no solo por su proximidad á Lima, que es la principal plaza de consumo, y al puerto de Huacho, que tan apropiado es para hacer embarques, sino por su gran extensión, su reducido costo de explotación y la bondad de su sal, contribuyendo á aumentar su valor la circunstancia de ser ella suceptible de un gran desarrollo.

Su nivel de evaporación está cinco metros más bajo que el nivel medio del mar y cuatro metros que el de las bajas mareas.

La cuenca cerrada que forma la salina, limitada por la línea que divide sus aguas, tiene una extensión de 100 kilómetros cuadrados. La extensión de las superficies de evaporación aumenta considerablemente en el invierno, época en que se eleva el nivel piezométrico, por la afluencia de las aguas de lluvia y la disminución de la evaporación. Un cálculo prudencial permite considerar como área media de superficies evaporantes, á la que se puede aplicar la evaporación total anual, la cifra de 1.5 kilómetros cuadrados. En este caso la relación de la superficie evaporante á la de lluvia, sería de 0.016.

El valor de la evaporación efectiva que hemos llamado *E* dado por la fórmula (2), sería:

$$E = 1.059 - \frac{0.2 \times 0.05 \times 100}{1.5}$$

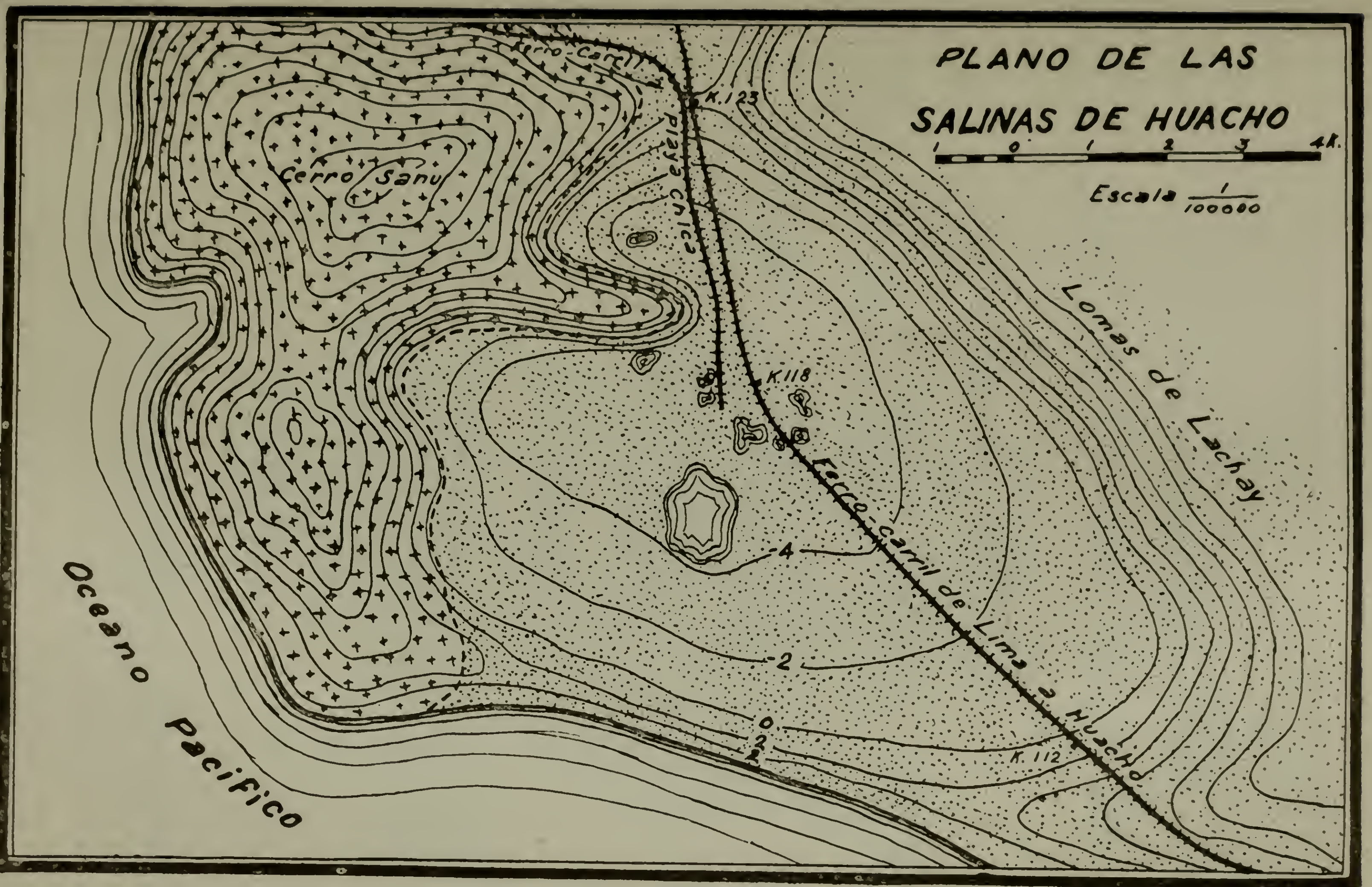


Fig. 2.—Plano de las Salinas de Huacho

lo que da:

$$E = 0.40$$

La cantidad de agua evaporada, que es igual á la cantidad de agua del mar ingresada á la salina, es pues 1'500.000 × 0.40 = 600.000 metros cúbicos. Como cada metro cúbico de esta agua contiene 30 kilógramos de sal, tenemos que ingresan anualmente y de un modo constante á la depresión 18,000 toneladas de sal.

El espesor del terreno permeable de la salina puede deducirse de la ecuación (5), que es:

$$H = \frac{1}{2}\left\{Z + \frac{B.\ E.\ R}{k.\ p.\ t.\ Z}\right\}$$

Siendo $Z = 5$ m.; $B = 1500000$; $E = 0.\ 4$; $R = 5000$; $k = 0.0003$; $p = 1500$; $t = 31500000$

$$H = \frac{1}{2}\left\{5 + \frac{1500000 \times 0.4 \times 5000}{0.0003 \times 31500000 \times 2500 \times 5}\right\}$$

$$H = \frac{1}{2}\left\{5 + \frac{3000000}{118125}\right\}$$

luego:

$$H = 15 \text{ metros}$$

El agua que filtra del mar forma una superficie parabólica de revolución al rededor de las zonas de evaporación, y cortándola por un plano normal, debe obtenerse una parábola cuyas ordenadas están dadas por la ecuación.

$$y = \sqrt{\frac{2\ q.\ x}{k} + h^2}$$

en la que q es el gasto ó cantidad de agua que filtra en la unidad de tiempo y por unidad de perímetro, k el conocido coeficiente de 0.003 y $h = H - Z$

ó sea

$$h = 15 - 5 = 10 \text{ metros.}$$

Reemplazado se tiene:

$$y = \sqrt{\frac{1}{39} x + 100}$$

Dando diferentes valores á x se obtienen los de y, que indican el nivel del agua en diferentes puntos de la capa filtrante; así por ejemplo, dando á x diferentes valores á partir del punto de la zona de evaporación más próxima al mar se tiene:

para $x = 500$

$$y = \sqrt{\frac{500}{39} + 100} \qquad y = 10 \text{ m. } 63$$

para:

$$x = 1000 \qquad y = 11 \text{ m. } 23$$

y para:

$$x = 1500 \qquad y = 11 \text{ m. } 75$$

En la distancia 1500 metros, que es el punto *G*, del diagrama, hay afloramientos del agua, formando la primera zona de evaporación, de manera que las ordenadas hay que calcularlas por la ecuación:

$$y = \sqrt{\frac{2.\, q.\, x}{k} + h^2}$$

en la que, para obtener q, hay que dividir el mismo valor de *G* por t y la extensión de los afloramientos del agua en G, que en este caso es el perímetro. La extensión de este puede estimarse en 2000 metros, luego:

$$q = \frac{6}{630000}$$

$$y = \sqrt{\frac{1}{16} x + 136}$$

para:

$x = 500$ m. $\qquad y = 13.00$ metros

para:

$x = 1000$ m. $\qquad y = 14.14$,,

y para:

$x = 1630$ m. $\qquad y = 15.49$,,

Estos resultados difieren bien poco del diagrama que se acompaña, que ha sido trazado prácticamente por medio de una nivelación.

También podría trazarse la parábola del nivel teórico del agua, en la parte Norte de la salina, pero en ella el régimen de las filtraciones es más complejo, en razón de que las aguas del mar para llegar allí han tenido que recorrer una distancia mucho mayor y difícil de determinar. Además, el ingreso de las aguas dulces, que vienen de ese lado, complica el régimen filtrante.

En el extremo de la sección Sur se vé claro el efecto de la marea sobre las filtraciones. Cuando se hizo la nivelación el mar se encontraba en alta marea.

Si se compara ahora el diagrama de la capa filtrante con los grados marcados por el pesa-sales en los diferentes puntos de ella, se vé claro el proceso de la concentración salina. En la zona vecina al mar, hasta el punto *G*, en que afloran las aguas, su grado es sensiblemente igual al que tienen las de aquel. Esta es la zona de simples filtraciones que, como hemos visto, está influenciada con las mareas. A partir de *C* el grado va subiendo—hasta 12—por la evaporación producida en esa parte, que está constituída por una serie de riachuelos. Esta sección posterior á *C* está, pues, formada por las aguas que ya han sufrido una primera evaporación. Viene en seguida la segunda zona de afloramientos, donde la concentración del agua sube por una nueva evaporación y por mezclarse con las aguas madres, hasta marcar de 18 á 25 grados, siendo esta la zona de cristalización del yeso y de la sal.

Respecto á la sección Norte de la salina, el grado de las aguas filtrantes corresponde al del agua que ya ha sufrido una primera concentración, lo cual es natural, desde que las zonas de evaporación, que hemos designado por *G*, forman como una gran corona, con soluciones de continuidad al rededor de la zona de cristalización. El grado es en realidad menor de 12, por las filtraciones de agua dulce que vienen de ese lado.

En la última parte de la sección norte de la salina se vé al agua filtrante marcar menos grados que la del mar, bajando hasta 1 grado. Esto proviene de las aguas dulces que ingresan á la depresión.

En la salina de Huacho hay dos clases de superficies evaporantes: unas relativamente profundas, que solo actúan concentrando las aguas; y otras de menor hondura, alimentadas por las primeras, donde cristaliza el cloruro de sodio.

La extensión de las superficies de cristalización, es de 130,000 metros cuadrados, y ellas son también de dos clases: unas que permiten la formación de una capa compacta de sal de más de 15 centímetros de espesor, que se corta en panes ó bloks de 30 centímetros de lado y que se denomina sal en piedra; y otras donde la sal se deposita en cristales, que no se adhieren unos con otras, y que se denomina sal en grano. Las superficies ó cubetas donde se forma la sal en piedra, son aquellas cuyo fondo es inferior al nivel de evaporación de la salina en la época de invierno, en que se eleva al nivel piezométrico, pero superior en todo el resto del año, de manera que la sal depositada por el agua que inunda esas cubetas en aquella época, está expuesta, durante varios meses, á una fuerte desecación solar, lo cual le dá consistencia. Sobre la capa de sal formada en un año, se deposita en el siguiente otra, que se adhiere á la primera; y así, sucesivamente, hasta que con el trascurso de varios años, adquiere el espesor necesario para ser cortada. En general, la capa de sal depositada en un año tiene un espesor de 0m.05.

Las cubetas donde se forma sal en grano, son aquellas que tienen su fondo á nivel inferior á la superficie ó plano de evaporación durante todo el año, de manera que como no se secan nunca, la sal depositada no queda expuesta á la acción solar, permaneciendo por esto disgregada. Basta doce meses para que la sal en grano de cada cubeta pueda ser extraída.

De las 18,000 toneladas de sal, que disueltas en el agua del mar, ingresan anualmente á la salina, sólo se extrae 4,700, de manera que existe una gran reserva de esa sustancia, tanto disuelta en el agua que ocupa la depresión, como depositada en el fondo de las cavidades que constituyen las cubetas de evaporación y en la superficie de toda la salina donde, mezclada con la arena, forma una capa resistente que denominan cascote salino y á cuya presencia se atribuyó erróneamente el orígen del cloruro de sodio de la vertiente salada, tomando el efecto por la causa.

La producción puede, pues, aumentarse considerablemente, construyendo nuevas cubetas de cristalización, es decir, de poca profundidad, para que provoquen el ingreso á ellas de las aguas concentradas en las excavaciones profundas, realizándose el proceso antes explicado, y que, al mismo tiempo, hagan fácil la extracción de la sal depositada.

El aumento de las superficies evaporantes y por consiguiente de su perímetro p ocasiona, según lo manifiesta la fórmula (7), la disminución de h, es decir que las actuales cubetas de evaporación

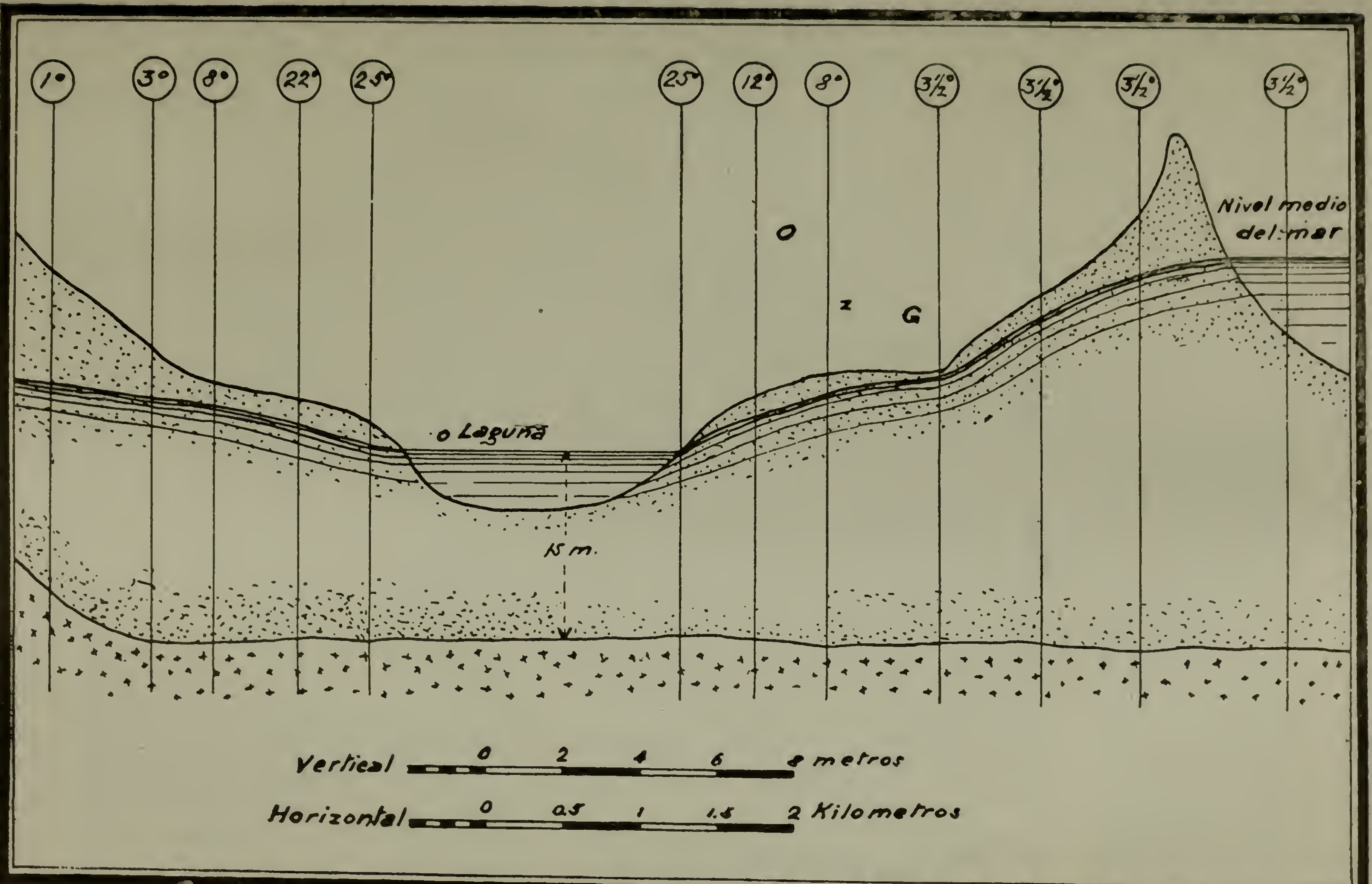


Fig. 3.—Perfil transversal de las Salinas de Huacho

tenderían á secarse, por lo que habría que profundizarlas. El aumento de la producción por este sistema tiene, pues, un límite, que depende de la profundidad de las diversas cubetas de evaporación; pero este efecto puede subsanarse actuando sobre el valor k de la misma ecuación.

El coeficiente k representa la resistencia que la arena pone al ingreso del agua del mar. Es evidente que construyendo, por ejemplo, un canal, toda la depresión que forma la salina, hasta la curva de nivel que representa la baja marea, podría ser inundada y la sal que se depositase sería proporcional á aquella gran superficie. El área de esta sería de 35 kilómetros cuadrados y permitiría depositarse un millón de toneladas de sal.

En la práctica seria dificil llegar al límite citado, en primer lugar, porque la inundación de toda la depresión anularía la producción de la salina por el número de años que tendrían que trascurrir para que aquella masa de agua, de cuatro metros de espesor, llegase á concentrarse por evaporación, hasta permitir la cristalización de la sal; y en segundo lugar, porque la sal no podría ser extraída sino de las partes poco profundas, lo que sería en todo caso una fracción de la superficie total; pero no cabe duda que el ingreso superficial del agua del mar á la salina, en cantidades limitadas, puede ser una solución para aumentar la producción, haciendo mayor la extensión de su superficie evaporante. El límite hasta donde es posible aumentar la producción, solo puede determinarse en un estudio detallado, donde un plano á curvas de nivel, permitiese apreciar las partes de las que se podría extraer la sal depositada.

Sin hacer modificaciones sustanciales de la explotación, con sólo construír nuevas cubetas de cristalización y sin temer que la disminución en el valor de h llegase á ser perjudicial, la producción de la salina de Huacho podría elevarse á 10,000 toneladas anuales.

La salina de que hemos tratado es de propiedad del Estádo.

Salina de Casma.—Esta salina está situada á un kilómetro al norte del puerto de Casma, provincia de Santa, departamento de Ancash. Pertenece al tipo de salinas marinas y es de aquellas que tienen su nivel de evaporación más elevado que el de la baja marea. Constituye la salina una laguna de 200,000 metros cuadrados de extensión, que actúa como superficie de concentración, y 80 pozas, con 10,000 metros cuadrados en total, abiertas artificialmente, donde cristaliza el cloruro de sodio.

El área de la depresión cerrada donde está la salina, es bien poco mayor que la extensión de sus superficies de evaporación; pero en las avenidas del río de Casma sus aguas suelen desbordarse hacia ella, debiendo, por consiguiente, ser evaporadas antes que las del mar. No puede, pues, atribuírsele á *E* un valor mayor que 0m.4, que es el que se ha considerado para la salina de Huacho. Con las actuales superficies de evaporación, el máximo de producción de que es suceptible la salina de que se trata, es de 2,520 toneladas anuales. Bien se comprende que esta cifra puede ser elevada, aumentando la extensión de la superficie evaporante, hasta donde lo permita el nivel del terreno en relación con la superficie del mar.

La laguna, que es la principal superficie de evaporación de la salina, está separada del mar por solo un dique de arena, antiguo cordón litoral, de 200 metros de ancho, y que apenas se eleva á menos de un metro sobre las altas mareas ordinarias. El nivel de la superficie de evaporación de la salina es 0m.4 mas bajo que el nivel medio del mar, lo que permite desaguar la laguna, cuando es inundada por las aguas del río de Casma, abriendo un canal hacia el mar y aprovechando de la baja marea. Esta operación facilita la formación de la sal, evitándose tener que eliminar toda esa agua por evaporación.

El espesor del terreno filtrante donde se encuentran las superficies de evaporación de la salina, no ha sido determinado practicamente por los inconvenientes que antes se han citado, pero, como en la de Huacho, puede deducirse de la fórmula;

$$H. = \frac{1}{2}\left(Z + \frac{B.\ E.\ R}{k.\ p.\ t.Z}\right)$$

en que:

z=0.4; B=210000; E=0.4; R=200; k =0.0003; p=2. 200; t=32000000.

Efectuadas las respectivas operaciones, resulta H=1m.18. La superficie de la capa de agua filtrante del mar hacia la salina debe afectar la forma parabólica, cuyas ordenadas son dadas por la ecuación:

$$y = \sqrt{\frac{2\ q.\ x}{k} + h^2}$$

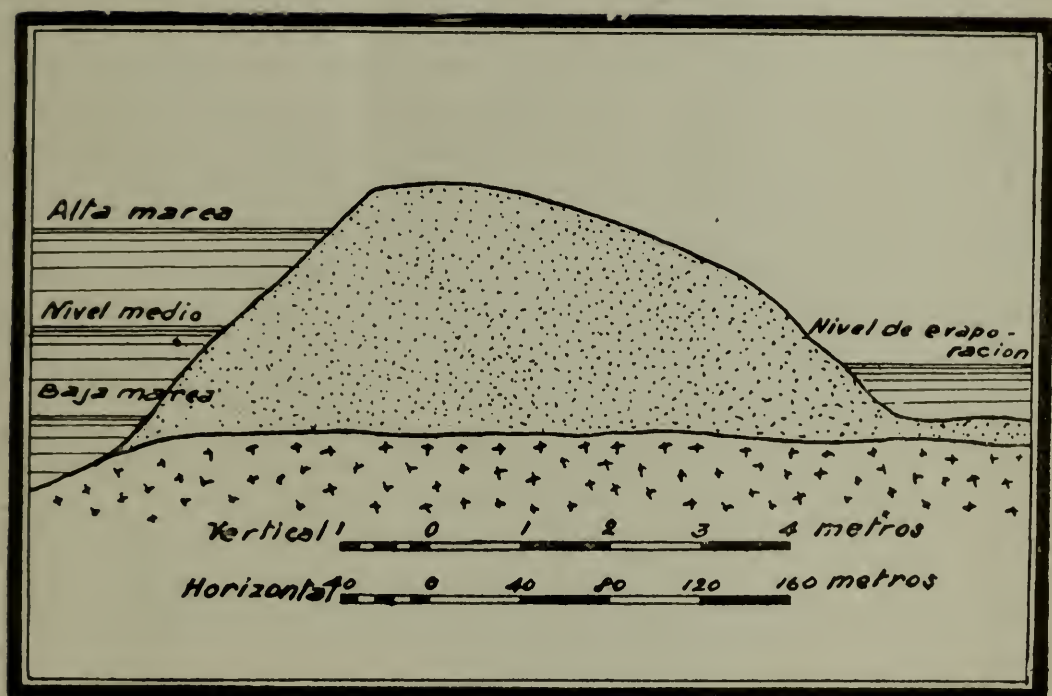


Fig. 4.—Perfil de las salinas de Casma

V.—136/137

Siendo q el gasto de agua en un segundo y por unidad de perimetro y

$$h = H - Z$$

En la salina de Casma solo se extrae sal en grano y su producción es de 2,000 toneladas anuales, que, en su mayor parte, se dedican al abastecimiento del Departamento de Ancachs. Dicha salina es de propiedad particular y constituye cuatro concesiones mineras, con los nombres de Gallinazos, Carmen, La Continuación y Trinidad, con nueve pertenencias en total;

Salina de Colán.—Esta salina está situada á 3 kilómetros al N. E. del puerto de Paita, departamento de Piura. Es constituida por una depresión de 2 kilómetros de largo por 400 metros de ancho, que se extiende entre los acantilados en que termina la planicie denominada, Tablazo de Paita y unos médanos que la separan del mar, del cual solo dista 200 metros. Sus superficies evaporantes son: una laguna de 130,000 metros cuadrados y 400 pozas de 25 metros cuadrados cada una, en las que cristaliza la sal. La extensión total de superficies evaporantes es pues de 35,000 metros. La evaporación es mucho más fuerte que la de 1m. 059 observada en Lima, por encontrarse muy próxima á la línea ecuatorial. Sin embargo, por carecer de datos, tomaremos esta cifra, lo mismo que, como lluvia anual, 0.05, y reemplazando en la formula:

$$E = e - \frac{n. l. A}{B}$$

siendo: $A = 800,000$; $n=0.2$; $B = 35000$

$$E = 1.059 - \frac{0.2 \times 0.05 \times 800,000}{35,000}$$

queda·

$$E = 0.83;$$

Se tiene, pues, una evaporación útil mucho mayor que en otras salinas y, como consecuencia, la producción por unidad de superficie evaporante tiene que ser mucho mayor, En el presente caso sería de 25 kilos y el máximo de producción de la salina de 875 toneladas. No obstante, en la práctica se extraen anualmente 1,000 toneladas, lo que pone de manifiesto que la evaporación solar, como ya hemos dicho, está muy por encima de la observada en Lima. El nivel de evaporación de la salina se encuentra 0.m. 30 más bajo que el nivel medio del mar.

La salina de Colan es de propiedad del Estado.

Salina de Matacaballo.—Esta salina está situada á 10 kilómetros al S. O. del pueblo de Sechura y es enteramente semejante á la ya descrita de Colán

Pertenece al Estado y se le explota solo para sal industrial, siendo su producción de 650 toneladas anuales.

Salina de Guañape.—Esta salina se encuentra situada á 36 kilómetros al S. de Salaverry. Pertenece también al tipo de salinas marinas y la extracción de la sal se efectúa en 150 pozas de 60 metros cuadrados cada una, construidas con revestimiento de arcilla, de manera que la alimentación se hace superficialmente, baldeando á las pozas el agua de la laguna que actúa como superficie de concentración.

Los propietarios de la hacienda "El Caramelo" están en posesión de esta salina y son quienes la explotan, vendiendo la sal á la Compañía Salinera en cantidad de 460 toneladas anuales.

Salina de Chao.—Situada á 35 kilómetros al S. de la anterior, siendo de la misma naturaleza. Produce anualmente 400 toneladas de sal. Está en posesión de ella el propietario de la hacienda Chao, quien vende la sal á la Compañía.

Salina de los chinos.—Situada á 10 kilómetros al S. del puerto de Samanco. Cuenta con una laguna de 3,000 metros cuadrados y pozas donde cristaliza la sal, con 1,500 metros cuadrados en total. Produce anualmente 350 toneladas de sal y es de propiedad del Estado.

Salina de Sechura.—Consideramos con este nombre el grupo de salinas situadas al S. E. del pueblo de Sechura, en una depresión de varios centenares de kilómetros cuadrados, que interrumpe la continuidad de la planicie de sedimentos posterciarios llamada "El Tablazo", entre los ríos de Piura y Olmos y que son de igual formación y de un mismo origen.

La citada depresión, cuyo nivel es inferior al mar hasta en más de 15 metros, ha sido formada por un antiguo golfo que presentaba su abertura hacia el Sur y que un cordón litoral separó del Oceano, rellenándose después, en gran parte, por los mismos depósitos marinos en la forma que antes hemos indicado.

Los afloramientos del agua salada habían sido cubiertos por una capa salina formada por su evaporación y que anulaba la presión del agua, sumamente débil, á pesar de los 15 metros de desnivel, por la resistencia que ofrecía á su paso la masa de arena, de 30 kilómetros de extensión, que separa la depresión del mar. Existía, pues, allí, un proceso de relleno y evaporación más

avanzado que en las salinas de Huacho, cuando un fenómeno de otra índole vino á modificar este, estado de equilibrio. Este fenómeno se produjo el año 1892 por las grandes avenidas de los ríos de Piura y Olmos, cuyas aguas desbordadas invadieron la depresión disolviendo el cloruro de sodio que en ella encontraron y elevando el nivel piezómetrico de la región dieron lugar, por la evaporación posterior, á la formación de nuevas capas de sal, que son las que hoy se explotan, y restableciéndose la anterior situación de equilibrio. Las principales salinas de Sechura son:

Salina Yerba blanca.—Situada á 40 kilómetros al S. E. del pueblo de Sechura, está formada por una capa de sal de 6 centímetros de espesor, que se le explota cortándola con hachas en ladrillos de medio kilógramo de peso. La producción de esta salina, que es de 790 toneladas anuales, se consume en el departamento de Piura y en las provincias de Loja y El Oro, en el Ecuador. La cubicación que se hizo en 1914 acusó una existencia de 26,000 toneladas. Esta salina es de propiedad del Estado.

Salina del cerro.—Situada á 20 kilómetros al S. de la anterior, está formada por una capa de sal de 15 centímetros de espesor, que se labra en ladrillos de un kilógramo de peso, los cuales son trásportados en acémilas á Puerto Salinas, lugar donde se les embarca para Colombia, en cantidad de 3,000 toneladas anuales. Cubicada la cantidad de sal que había allí en 1914, resultó ser de 24,700 toneladas. Esta salina es de propiedad del Estado.

Salina de Mórrope.—Ubicada á 40 kilómetros del pueblo del mismo nombre, es de formación igual á la de las salinas de Sechura; pero en dicha salina la sal está cubierta por una capa de arena de 25 centímetros de espesor. Pertenece al estado y su producción anual, que es de 1,500 toneladas, se consume en el Departamento de Lambayeque y en gran parte del de Cajamarca.

CAPITULO VII

Depósitos de sal gema

Los depósitos de sal gema que en el Perú son objeto de explotación de alguna importancia, se encuentran en la región de la sierra y pertenecen á las formaciones jurásica y triásica, siendo esta última notable por los grandes yacimientos de sal gema que en otros lugares del mundo existen, pues están considerados en ella los depósitos de Salzkammergut, en Baviera, los de la Lorena, los de Argelia y muchos otros, y sobre todo los grandes yacimientos de Cheschire cerca de Liverpool, que son explotados por disolución y que debido á su ventajosa situación geográfica permiten exportar sal en grandes cantidades. En las formaciones terciarias y posterciarias de la costa también existen los referidos depósitos, pero no son objeto de explotación de importancia, aún que si lo son las vertientes saladas á que dan origen, como Caucato y Guadalupito.

Los principales depósitos de sal gema del Perú son de norte á sur, los siguientes:

Salina de Yurumarca.—Esta salina está situada á 40 kilómetros al N. E. de Chachapoyas, en el Departamento de Amazonas. Es un depósito de sal gema bastante grande y que abastece á ese Departamento y á parte del de Cajamarca, siendo su producción de 460 toneladas anuales.

Los afloramientos de los terrenos de esta región están clasificados en el mapa palenteológico del Ingeniero Lissón como del jurásico inferior y medio. Se ha constatado en la misma salina la existencia de petróleo.

La explotación se efectúa á cielo abierto, atacando la masa de sal por medio de chorros de agua, que al disolverse forman surcos, que permiten después su desprendimiento en grandes bloks por medio de barretas y cuñas. Este especie de ataque hidráulico,

que los habitantes de esa apartada región han ingeniado permite la explotación sin explosivos y con pocas herramientas, elementos ambos difíciles de trasportar á aquellos lugares.

Salina de San Blas.—Está situada á 30 kilómetros al O. de la Estación terminal del ferrocarril de la Oroya al Cerro de Pasco, en el Departamento de Junín, y constituída por un depósito de sal gema de bastante importancia, con rumbo N. 30° O., que no presenta afloramientos y que está reconocido en 300 metros en dirección y 100 en profundidad. Su potencia no puede determinarse exactamente, porque las labores no llegan á los astiales, pero es, en todo caso, mayor de 25 metros. La edad de su formación ha sido clasificada por el Dr. Steinmann como probablemente triásica, á la que se agrega algunos extractos fosilíferos del lias inferior, último terreno del jurásico.

La explotación del yacimiento se efectúa por una lumbrera de 100 metros de largo, que comunica con un socavón de 900 metros. De la lumbrera y al nivel de 50 metros parte una galería de rodaje, que tiene 200 metros de largo, y que comunica por medio de otras de 15 metros con cámaras de explotación, donde se efectúa el ataque á la masa de sal con barrenos y explosivos. El producto se trasporta en capachos á la galería de rodaje y de aquí en carros al pié de la lumbrera, donde se vacia al balde que es elevado por la máquina de extracción.

La salina de San Blas, inscrita en el Padrón de Minas con ocho pertenencias, es de propiedad de don Felipe Salomón Tello, quien la explota y vende anualmente á la Compañía 446 toneladas de sal doméstica y 285 de industrial.

Salina de Cachi Cuyao.—Está situada á cinco kilómetros del pueblo de Izcuchaca, en la provincia de Huancavelica, del departamento del mismo nombre y es constituida por un depósito de sal gema cuyo rumbo es N.O., siendo su inclinación de 25 grados con la horizontal hacia el N.E. Su potencia media es de 12 metros, estando reconocido 500 metros en dirección y 30 metros en profundidad. No presenta afloramientos, aunque las capas de arcilla entre las que yace son visibles en dos pequeñas quebradas que existen en el lugar. Los terrenos de esta zona se encuentran clasificados en el mapa palenteológico de Lisson, como del jurásico inferior y medio.

La explotación se efectúa por tres labores, que penetran al yacimiento fuertemente inclinadas y que después continúan por él, siguiendo aproximadamente su misma dirección. El ataque de la sal se hace con barrenos y pólvora, avanzando los fronto-

nes, que son de 10 metros de ancho, y depositando los desmontes á ambos lados de la labor. La extracción la hacen los mineros, á la espalda, hasta la superficie, arrastrándose en muchos trechos por la estrecha, tortuosa y mal ventilada labor.

La salina de Cachi Cuyao es de propiedad particular, está inscrita en el Padrón de Minas con cinco pertenencias y es explotada por sus dueños, quienes venden la sal á la Compañía en cantidad de 1,200 toneladas anuales.

Salina de Atacocha.—Esta salina está situada á 30 kilómetros al norte de la ciudad de Ayacucho, capital del Departamento del mismo nombre y es constituída por el depósito de sal gema más grande del Perú. Sus afloramientos, de más de 800 metros de largo y con potencia media de 50 metros, forman toda la falda de un cerro, donde la erosión ha labrado profundos barrancos que dan al lugar un aspecto agreste. El rumbo de la capa de sal es de N.70° E., con inclinación de 45 grados hacia el S. 20° E.

Desde época muy remota esta salina ha sido explotada por los indios, por medio de una veintena de labores—algunas hasta de 300 metros de largo—consistentes en excavaciones largas, estrechas y de fuertes pendientes, por donde extraían á la espalda los trozos de sal de más de 40 kilógramos de peso. Cuando la salina pasó á poder de la Compañía, se modificó este sistema de explotación, abriendo un socavón de 80 metros, que comunica uno de los salones donde terminaba una antigua labor y en el cual se trabaja por medio de pilares abandonados, atacando la masa de sal con cortos y pesados picos de fierro.

La salina de Atacocha pertenece al Estado y su producción anual llega á 1,300 toneladas.

Puede estimarse en más de 6'000,000 de toneladas la cantidad de sal de este yacimiento; pero, como antes he manifestado, la selección de las zonas explotables, según la calidad de la sal, reduce enormemente la cantidad citada.

Ateniéndonos al señor Lissón este depósito de sal gema, como los anteriores, pertenece á la formación jurásica.

Salina de Cachihuancaray.—Esta salina, situada á 50 kilómetros al E. de Andahuaylas, provincia del Departamento de Apurimac, es formada por un depósito de sal gema semejante al de Atacocha, pero de mucho menor extensión y potencia. No presenta afloramientos, pero son visibles las capas de arcilla con lechos de yeso entre las que se encuentra la sal. Superyacente á esta formación existe una caliza gris, que cerca de la salina forma un cerro escarpado que denominan Sapancoto. La edad de esta

formación no ha sido determinada por falta de fósiles y por no haberse efectuado en la región ningún estudio estratigráfico de conjunto; pero ateniéndonos á la analogía con otras formaciones puede considerarsele jurásico.

Puede cubicarse en este yacimiento 1'200,000 toneladas de sal, siendo su producción anual de 700 toneladas. Esta salina pertenece al Estado.

Salina de Occopata.—Se encuentra á 10 kilómetros de la ciudad del Cuzco, capital del Departamento del mismo nombre, y es un depósito notable por la blancura y pureza de su sal, no obstante de ser de mucho menor extensión que los mencionados anteriormente. Su rumbo es de N. 55° E. y su inclinación de 80 grados con la horizontal hacia el N. 35° O. No es visible en la superficie, no así la capa de arcilla rojiza que la contiene, que se le ve aflorar en grandes extensiones, manifestando la importancia de la formación salina, la cual seguramente contiene algunos otros depósitos de sal.

El Ingeniero Dueñas, por consideraciones estratigráficas, considera esta formación de los alrededores del Cuzco como triásica.

La explotación de los yacimientos se efectúa por una lumbrera de 30 metros de largo, que comunica directamente con una cámara de explotación, la que también tiene acceso por una media barreta, que se usaba antiguamente para la extracción. La potencia de la sal de buena calidad es, en término medio, de 2 metros, estando reconocida 100 metros en dirección y 30 en profundidad.

La salina de Occopata es de propiedad del Estado y produce anualmente 900 toneladas de sal.

Salina de Huarhua.—El depósito de sal gema que constituye esta salina se encuentra ubicado en la provincia de La Unión, departamento de Arequipa, á 30 kilómetros de su capital, Cotahuasi, y tiene gran importancia local, pues sirve para abastecer parte de los departamentos de Ayacucho, Apurímac, Cuzco y Arequipa. Es un yacimiento casi horizontal, con potencia media de 6 metros, y cuyas labores limitan una zona de 20,000 metros cuadrados, pudiendo cubicarse 240,000 toneladas de sal, de las cuales se habrá extraído la quinta parte.

Este yacimiento se explota actualmente por un socavón de 200 metros de largo, que comunica con las cámaras de explotación, á las que antes se llegaba por una estrecha y tortuosa la-

bor. El derribo de la sal se hace con picos, separando del yacimiento trozos alargados y chatos, que se denominan barras de sal.

Esta salina es de propiedad del Estado y produce anualmente 450 toneladas.

CAPITULO VIII

Vertientes saladas

Las vertientes saladas que se explotan en el Perú se encuentran ubicadas tanto en la región de la sierra como en la de la costa, y presentan, desde el punto de vista de su explotación, ciertas diferencias que conviene tratarlas separadamente.

REGION DE LA COSTA

Las vertientes saladas de la costa se encuentran en la vecindad del mar, lo que las hace confundir con las salinas marinas; pero el nivel superior al oceano de dichas vertientes indica forzosamente el orígen fluvial de las aguas que las forman. Respecto á la fuente de donde toman el cloruro de sodio, es indispensable admitir, si no la existencia propiamente hablando de depósitos de sal gema, en los escasos paquetes sedimentarios de la costa, la presencia, por lo menos, de estratos impregnados de esa sustancia. A los frecuentes depósitos superficiales de sales alcalinas que se observan en el litoral, no se les puede atribuir sino un orígen reciente y de segunda formación; es decir, producidos por la evaporación de aguas cargadas de sales de yacimientos preexistentes. Como se comprende esta idea no excluye la posibilidad de la formación de sales distintas á las del yacimiento primario, por las reacciones entre ellas, ó por la presencia de otras sustancias como la materia orgánica ú organizada.

Como solo en la proximidad de los valles existen aguas filtrantes, es allí donde su encuentran las vertientes saladas, y como muchas veces aquellas se cargan de cloruro de sodio en depósitos salinos de segunda formación, contienen, á más de esa sustancia, otras sales alcalinas, lo que dificulta su explotación, obli-

gando á poner mayor cuidado en el proceso de la evaporación, para evitar que se depositen junto con el cloruro de sodio.

Como el grado de concentración del agua de las vertientes saladas es mucho mayor que el de la del mar, la cantidad de sal depositada por unidad de superficie evaporante es más crecida, necesitándose, por consiguiente, menor extensión de ésta para producir la misma cantidad de sal. Estas salinas carecen de la laguna ó superficie de primera concentración que caracteriza á las salinas marinas, efectuándose toda la evaporación en las mismas pozas donde cristaliza la sal.

Las salinas de la costa que pertenecen al tipo de vertientes saladas, son las siguientes:

Salina de Guadalupito.—Ubicada á 10 kilómetros del puerto de Chimbote, en la hacienda Santa Clara, cuyo dueño la posee y explota, vendiendo á la Compañía 1,400 toneladas de sal anuales. La vertiente salada que la constituye surge en una pampa vecina á los torrentes del cultivo, en la que hay 150 pozas, de 100 metros cuadrados cada una, para la evaporación. Estas pozas están construídas con revestimiento de arcilla. El sistema de trabajo es igual al de las salinas marinas.

Salina de Caucato.—Esta salina está situada á 7 kilómetros al E. del puerto de Pisco. La vertiente salada está formada por las filtraciones del valle de Pisco, que lixivian los terrenos salinos vecinos á la hacienda Caucato, disolviendo, á más de cloruro de sodio, otras sales alcalinas, en especial sulfato de soda, lo que obliga á adoptar precauciones especiales en la explotación. La extensión total de las pozas de evaporación es de 12,000 metros cuadrados.

La referida salina pertenece al Estado y su producción es de 800 toneladas anuales.

REGIÓN DE LA SIERRA

Las vertientes saladas del interior son más concentradas y contienen menos impurezas que las de la costa. Su explotación es más lenta, porque á consecuencia de las lluvias, no se puede efectuar la evaporación en la época de verano. La topografía del terreno se presta menos para la construcción de grandes superficies de evaporación y el costo de la sal es siempre mayor.

Las principales salinas de este género en la región citada son:

Salina de Maras.—Está situada en el Departamento del Cuzco, á 30 kilómetros de la ciudad de este nombre. La vertiente salada surge á media falda de un cerro, que forma la ladera izquierda de una estrecha quebrada que va á dar al río Urubamba. Su gasto es de 360 litros por minuto, marcando 20° Beaumé, de manera que se podría extraer de allí hasta 4 toneladas de sal por hora, si hubiera suficiente extensión de cubetas de evaporación. El agua es evaporada por radiación solar en pozas rectangulares de 2 á 10 metros cuadrados de superficie y 10 centímetros de profundidad, construídas en anfiteatro, en la falda del cerro.

El depósito de sal gema á que debe su origen la vertiente de Maras, no aflora en ninguna parte, pero las arcillas rojas, características de la formación salina, son visibles en gran extensión, no sólo en la quebrada de Maras, sino también en la del río Urubamba, poniendo de manifiesto su importancia.

La salina de Maras pertenece al Estado y produce anualmente 700 toneladas de sal.

Salina deAzángaro.—Está situada á 12 kilómetros al S.E. del pueblo de este nombre. La vertiente salada surge en una depresión ú hondanada que forma una laguna de 5 kilómetros de largo por 3 de ancho, alrededor de la cual están las pozas de extracción de la sal, que en general tienen 20 metros de largo por 6 de ancho, pudiendo estimarse la extensión total en 20 hectáreas. La alimentación la hacen baldeando el agua de la laguna.

Esta salina es de propiedad del Estado, más como por la resistencia de los indígenas que la explotan á la implantación del Estanco, éste no tiene el control de la producción, no puede indicarse la cifra exacta á que ella asciende, pero, seguramente, excede de 1000 toneladas anuales en los años normales, pasando del doble de esta cifra en los que, por las grandes sequías, se seca totalmente la laguna, permitiendo recojer la sal que se deposita en toda su superficie.

Salina de Pichu Pichu.—Se encuentra situada á 50 kilómetros al E. de la ciudad de Arequipa. La vertiente salada que la constituye forma, como en la salina de Azángaro, una extensa laguna que se seca completamente en el invierno, extrayéndose la sal de toda su superficie. En el subsuelo de la laguna existe una capa de borato de cal y soda, la cual es explotada por una Compañía inglesa, extrayéndose también la sal de las excavaciones abiertas para sacar el borato.

Esta salina es de propiedad del Estado y abastece, de preferencia, á la ciudad de Arequipa, donde se venden 400 toneladas de sal anuales, que es á lo que alcanza su producción.

Tercera Parte

LA INDUSTRIA DEL NITRATO DE POTASIO EN EL PERU

Contribución del Ingeniero

G. Rodriguez Mariátegui

INDICE

Lima, Noviembre 20 de 1917.

Señor:

Habiendo sido designado para presentar al Congreso Nacional de la Industria Minera, un trabajo sobre el nitrato de potasio, tengo el agrado de remitir á Ud. el presente estudio que es el fruto de una serie de investigaciones y acopio de datos que sobre esta materia hube de colectar, comisionado por una compañía industrial que trató de explotar el nitrato de nuestro suelo. Desgraciadamente, el corto tiempo que me ocupé de este asunto, y la necesidad de dedicarme á trabajos profesionales agenos á la cuestión, me han impedido que sea todo lo profundo que hubiera deseado este estudio, razón por la cual lo presento á su elevado criterio con el carácter de breves y modestas notas, destinadas más bien á servir de ilustración á las personas que muestren interés por el nitrato de potasio ubicado en territorio nacional.

Soy de Ud. Atto. y SS.

G. RODRIGUEZ MARIÁTEGUI.

AL SR. INGENIERO FRANCISCO ALAYZA P. S.
Presidente de la sección IV del Congreso Nacional de la Industria Minera.

INDUSTRIA DEL NITRATO DE POTASIO EN EL PERÚ

INTRODUCCION

Muy poco se ha escrito hasta el presente sobre una de las riquezas contenidas en ei suelo de nuestro territorio, y es por eso que se impone dar á conocer la existencia del nitrato de potasio, su modo de yacimiento, su método de explotación y beneficio y ubicación de los criaderos. Las presentes notas tienen por objeto llenar este vacío, y aun que no creo que sean un estudio completo y acabado de esa sustancia, espero al menos que den á conocer aproximadamente las cantidades de salitre almacenadas en los criaderos y los métodos racionales de explotación y beneficio.

Dada la escasez del guano que se emplea como abono en la agricultura y dada también la potencia fertilizante del nitrato como abono, se comprende que estos apuntes son casi un tema de actualidad. Aún hay más todavia: la presente guerra europea, uno de cuyos efectos inmediatos ha sido el causar un profundo trastorno en lo que se relaciona con el comercio mundial, nos ha demostrado de una manera palpable la imperiosa necesidad de sacudir el yugo que, fatalmente, el viejo continente nos impone debido al escaso desarrollo de algunas de nuestras industrias ó á la carencia absoluta de otras. Es bien sabido el rol fundamental que el salitre desempeña en la fabricación de la pólvora como materia prima, conocidas son también las enormes cantidades de pólvora que consumen los ejércitos beligerantes en el desarrollo de sus operaciones y probado queda hasta la saciedad que, en la hora actual, el Derecho Internacional no es otra cosa

que un simple libro cuyas páginas pueden estar en blanco á condición de que sobre su cubierta asiente un cañón. Lógico es entonces que, dando forma á las deducciones que de esa lección se desprenden, se trate, como nación prudente, de que la independencia industrial y comercial sea en lo posible una hermosa realidad. El nitrato de potasio trasformado en pólvora, que en las circunstancias actuales ó en otras semejantes sería imposible de conseguir, serviría para repeler una agresión armada, ó, arrojado á la tierra, comunicaría á esta su potencia vivificadora, contribuyendo así al incremento de una de nuestras fuentes de riqueza como es la agricultura nacional, pues esta extraña sustancia lleva en si los gérmenes antagónicos de la muerte y de la vida.

Presentado este estudio con el carácter de simples notas queda pues amplio márgen, después de la lectura de esta exposición á los espíritus emprendedores ó investigadores, bien sea para mirar el asunto desde el punto de vista del negocio, ó bien para completar el presente estudio sobre el interesante problema del orígen y aprovechamiento de los nitratos almacenados en el suelo de nuestro territorio.

Por tratarse de una materia tan compleja y hasta ahora no estudiada entre nosotros, he creído necesario condensar primero en un capítulo algunas generalidades sobre el nitrato de potasio, las teóricas en boga sobre su orígen y las opiniones de algunas notabilidades científicas sobre el mismo asunto, para pasar después á ocuparme de los yacimientos nacionales.

En lo concerniente á precios y condiciones económicas se supone la situación normal, es decir, anterior á la guerra europea.

A fin de hacer una exposición clara se seguirá el orden siguiente:

I.—El nitrato de potasio.
II.—Teorías sobre el origen de los nitratos.
III.—Yacimientos.
IV.—Explotación.
V.—Beneficio.
VI.—Conclusiones.

CAPITULO I

El nitrato de potasio

Propiedades físicas.—El nitrato de potasio ó salitre es una sal blanca, de sabor fresco y algo amargo, cristaliza en largos prismas rómbicos de seis facetas y estos cristales son perfectamente anhidros ó sea que no contienen agua de cristalización. Densidad: 1.930.

Propiedades químicas.—Fórmula NO^3K. Peso molecular: 101 ($N = 14$; $O = 16$; $K = 39$). Es soluble en el agua fria y muchísimo más en caliente. En el alcohol absoluto es casi insoluble. No altera las materias colorantes vegetales y no es alterado por el aire. Si se le calienta hasta el rojo, funde bien sin modificarse y sin pérdida de peso; si se eleva más la temperatura se transforma primero en nitrito con desprendimiento de oxígeno, y al rojo vivo se transforma en potasa cáustica con desprendimiento de oxígeno y nitrógeno. Calentado al rojo con clorhidrato de amonio, ó en una corriente de ácido clorhídrico seco se transforma completamente en cloruro de potasio. Tratado por ácido oxálico dá oxalato de potasio. El salitre es un oxidante muy enérgico, deflagra sobre carbones incandescentes cuya combustión activa, suministrándoles gran cantidad de oxígeno. Calentado con carbón se desprende nitrógeno y anhídrido ú oxido de carbono y queda óxido de potasio. Calentado con azufre se descompone en anhidrido sulfuroso y sulfato ó sulfuro de potasio.

Estado natural.—El salitre se encuentra abundantemente repartido en la naturaleza. Se presenta en los países cálidos de preferencia en aquellas regiones que reunen ciertas circunstancias favorables para su formación. Se le ha encontrado en la India, Egipto y en algunas localidades de España é Italia. Se forman

en la superficie del suelo eflorecencias cristalinas que están compuestas casi enteramente de nitro.

En el Perú su modo de yacimiento es completamente distinto al de los yacimientos mencionados; las eflorescencias jamás aparecen en los criaderos inspeccionados. La superficie salitrosa no ofrece para el observador descuidado ninguna particularidad que la distinga de un modo notable del resto de terreno sin nitrificar que lo rodea. La tierra salitrosa tiene el mismo color que la vegetal, pero observando con cuidado parece como si estuviese impregnada de aceite y al tacto se le nota sumamente higroscópica. Visitando un yacimiento en la mañana se puede observar á primera vista grandes manchas oscuras que cubren regulares extensiones de terreno, manchas que producen la impresión de que el terreno hubiera sido regado con petróleo. A la salida del sol estas manchas desaparecen tomando todo un aspecto homogéneo. Además, en las hoyadas y en las partes ricas del criadero, la tierra presenta un aspecto poroso característico, semejante á las impresiones que dejan las gotas de lluvia en la tierra suelta. Solo en las partes sumamente ricas es que se nota las eflorecencias, pero en una forma muy particular, pues el nitro mezclado con los cloruros y sulfatos de potasio, sodio y magnesio y con la tierra, aparece en trozos de regulares dimensiones y variadas formas.

Un fenómeno curioso y digno de notarse en nuestros yacimientos es el relativo á la forma de nitrificación. En efecto, en un criadero cualquiera puede encontrarse por medio de una figura geométrica la superficie nitrificada separándola de la que no la está. Si hecho esto se toman muestras á uno y otro lado de esa línea, y distante de ella solo diez centímetros, y después se analizan, se constata facilmente que la nitrificación se detiene bruscamente. Es decir, que si desde el centro del yacimiento hasta la línea indicada se han encontrado leyes de 6 ó 7 %, en cuanto se pasa esa línea el análisis acusa ausencia absoluta de salitre. Esta observación que á primera vista parece una nimiedad, es sinembargo de suma importancia dado el orígen microbiano que las teorías más en boga atribuyen al génisis de los yacimientos en cuestión. Parece como si los micro-organismos hubieran tropezado de pronto en su misterioso trabajo con una muralla infranqueable que los dejara impotentes para continuarlo. Si, como se dice, la nitrificación invade lentamente los terrenos limítrofes al yacimiento, esa invasión es general y simultánea y nunca fraccionada ó por avanzadas, pues, como ya dije, la nitrificación se detiene de pronto al pasar de un terreno á otro y hasta el presen-

te no se ha dado el caso de que en uno de los yacimientos nacionales la ley haya disminuido por grados sucesivos hasta extinguirse suavemente. Corriente es en sí que rodeadas por partes de mayor riqueza se encuentren otras de menos ley.

En el Perú se ha constatado que,salvo una excepción,el nitrato se presenta en las localidades ubicadas al norte del Callao.

En los países fríos ó templados se encuentra también nitro completamente formado, asi como nitratos de calcio y magnesio, en el suelo de las cavernas, de las cuadras, en la parte inferior de las murallas viejas, en una palabra,dondequieran que existan materias animales nitrogenádas. Al descomponerse estas materias suministran amoniaco que bajo la acción de los cuerpos porosos (calcáreos, arcillas, etc.) se transforma en ácido nítrico, al cual se une con la potasa, la cal y la magnesia que siempre contienen, en un estado de carbonatos, sulfatos, silicatos, etc. los diversos materiales empleados en las construcciones.

En Alemania, Francia, Austria y Suecia también se presenta el nitrato de potasio en cantidad explotable.

Nitrateras artificiales.—En algunos lugares se han creado sometiendo la tierra á una preparación conveniente, para lo cual se le mezcla con cenizas que aporta la potasa y detritus orgánicos. El nitrógeno se introduce bajo forma de amoniaco regando el todo con aguas excluidas. Se deja entrar la materia en descomposición, y se le voltea cuidadosamente de vez en cuando y al cabo de un año se recojen esas tierras y se tratan para obtener salitre; la temperatura es de gran influencia.

El procediento es muy largo, pesado y costoso.

La naturaleza presenta una fuente de nitrógeno que contiene este cuerpo en cantidad considerable: el aire atmosférico (19 % de nitrógeno y 21 % de oxigéno) del cual se trata de extraer por medio de algún procedimiento industrial que fuese prácticamente económico. La dificultad para extraerlo ha consistido en la falta de afinidades quimicas del nitrógeno que impedían fijarlo á otro cuerpo. En ese sentido se efectuaron varios experimentos de laboratorio por medio del titano; pero el titano es un producto raro y caro del cual no se conocen yacimientos importantes, sino es bajo forma de fierro titanado en Noruega, Canadá, etc.

Actualmente habiéndose demostrado que á temperaturas elevadísimas el nitrógeno tiene afinidades, se ha resuelto el problema de extraerlo del aire, ya sea por combinación directa con el oxígeno ó partiendo del carburo de calcio y fabricando cianámida ó formando nitruros metálicos.

Usos.—El ácido fosfórico junto con el nitrógeno son necesarios para la vida de las plantas. Es conocido el rol fundamental que juega el nitrógeno en todos los tejidos vivientes, vegetales y animales y la imposibilidad en que están los animales de fijar el nitrógeno necesario para su vida de otro modo que por intermedio de los vegetales.

Este nitrógeno necesario para la vida vegetal, es absorvido prontamente y tomado de las reservas de nitrógeno, que segun se ha demostrado, existen en todo terreno, por las primeras cosechas. Continuando con el mismo cultivo pronto se agotan esas reservas y entonces solo se obtiene una vegetación raquítica, la planta crece lángidamente y alcanza poco desarrollo ó termina por morir víctima de la pobreza de su savia. Se hace entonces necesario restituir á la tierra lo que se le ha tomado si se quiere proceder á la explotación racional y científica de ese terreno.

Ese nitrógeno, necesario para la planta, la cual es igualmente incapaz de extraer directamente del aire, ha sido hasta hace poco suministrado á la tierra exclusivamente bajo la forma de guano. Actualmente se ha reconocido que la potasa, convenientemente dosificada, constituye un excelente abono, de modo que un producto tal como el salitre que reune en sí dos elementos fertilizantes, el nitrógeno y la potasa, tiene que constituir forzosamente un abono ideal para la agricultura.

El salitre tiene sobre el guano la ventaja de encerrar bajo menor volúmen mayor cantidad de nitrógeno.

Para darse cuenta de la necesidad real de aportar nitrógeno bajo forma mineral á la tierra, es suficiente un cálculo muy simple. El vegetal en efecto, tiene absoluta necesidad, para vivir, de nitrógeno bajo forma de ácido nítrico. Abonada la tierra la planta toma de ese abono lo necesario para su subsistencia y una vez entrado el nitrógeno en el ciclo de la vida, es restituído más tarde en la materia orgánica bajo forma de combinaciones complejas que acciones especiales nitrifican luego; ahora bien, es necesario considerar que del nitrato asi formado, la mayor parte es disuelta por las aguas de lluvias, infiltrada en los terrenos, conducida hacia el mar y parcialmente perdida. Es lógico entonces que si se desea conservar un suelo fértil se le restituya esa materia fertilizante, es decir el nitrógeno, que es á las plantas lo que el alimento al hombre. Naturalmente asi como todos los hombres no soportan el mismo alimento, asi también no todos los terrenos exigen el mismo abono; mientras para unos sólo el nitrógeno es necesario,

para otros lo es la potasa ó el ácido fosfórico ó una combinación de los tres. Por eso el abono debe aplicarse con ciertas restricciones y en todo caso solo el químico agrónomo es el único que puede designar á ciencia cierta la naturaleza del abono. Proceder de otro modo es echarse en brazos de un inconsulto empirismo que en la mayor parte de los casos es de fatales consecuencias.

Otra aplicación industrial del salitre, es la fabricación de la pólvora, que anualmente consume no despreciable proporción de esa materia. En la introducción se pone de relieve la importancia que tendría, especialmente para nosotros, el desarrollo de esta industria, que suministrando la materia prima nos dejaría en completa independencia con respecto á los mercados europeos.

Industria.—Dos son los métodos que se pueden seguir para beneficiar las tierras salitrosas á fin de obtener salitre.

1º—Por lavado ó lixiviación en frío;

2º—Por disolución en caliente. (no generalizado).

En el primer método se coloca la tierra salitrosa ó materia prima en tinas con fondo perforado y se lava abundantemente con agua; la solución obtenida se somete á una evaporación en pailas hasta concentrarla en grado conveniente. Dejando reposar primero, y enfriar después el licor concentrado, se obtienen cristales de nitrato de potasio y aguas madres que regresan á las pailas. El nitrato obtenido no es puro, al contrario, viene mezclado con cloruros, sulfatos y nitratos alcalinos y alcalino-terrosos, yoduros, etc. Este sistema es primitivo y antieconómico.

En el segundo método se coloca la tierra salitrosa en cajas de fierro calentadas por un serpentín con circulación de vapor ó en cualquiera otra disposición análoga. Como el nitrato es muy soluble en caliente, se emplea menor cantidad de agua que en el sistema de lixiviación en frío. La solución concentrada se deja enfriar para obtener salitre bruto y aguas madres. Este método es mucho más práctico, ventajoso y económico que el anterior pues el vapor que circula en el serpentin, al condensarse, cede calor á la solución, y al propio tiempo se obtiene agua de elevada temperatura que puede servir para alimentar el generador lo cual es una economia positiva de combustible.

Formada en Lima una sociedad con capital nacional, que se llama la Compañía Nitral Limitada, para la explotación y beneficio de sus yacimientos, el colector de estos datos, como ingeniero de la Nitral, tuvo la oportunidad de practicar diversas experiencias asociado con el reputado profesional señor Max Hildebrandt, para encontrar un procedimiento económico que pudiera

sustituir con ventaja el anticuado de la lixiviación en frio, único empleado desde el coloniaje en el Perú.

El no existir establecimiento para el beneficio del nitro en el país, y más que nada el silencio absoluto de las obras científicas al tratar de esa materia, hicieron estos experimentos largos y pesados y una vez dominado el asunto razones ulteriores impidieron llevarlo á la práctica. Más adelante se hace una comparación entre uno y otro método que pone de manifiesto las ventajas del procedimiento en caliente sobre la lixiviación fria.

Dijimos que el producto obtenido no es puro y que se hace necesario refinarlo para privarlo de todo rastro de cloruros delicuescentes (cloruros de sodio y de potasio) si el nitrato de potasio se destina á la fabricación de la pólvora; hay entonces que hacerlo cristalizar de nuevo, regándolo con una solución saturada de nitro, que no puede por consiguiente disolverlo pero que arrastra mecánicamente consigo las últimas impurezas que contiene. En fin, para hacerlo secar, se le coloca en cajas dispuestas sobre un hornillo de mampostería y llenas de agujeros por donde gotea el líquido. El hornillo se calienta con los gases del hogar colocado bajo la paila de refinado, que sirve para concentrar la solución de salitre bruto.

Si se va á usar el nitro como abono no es necesario la segunda solución bastando simplemente el lavado con una solución saturada.

CAPITULO II

Teorías sobre el origen de los nitratos

La teoría generalmente adoptada para explicar el orígen de los nitratos se debe á los trabajos de Lavoisier, Boussingault, Schlœsing, Winograndsky, etc. sobre la nitrificación, trabajos cuyo resúmen es el siguiente:

1º.—Que el nitrógeno gaseoso del aire no es absorvido directamente por los vegetales y no juega ningún rol en su nutrición.

2º.—Que el suelo no fija en ninguna circunstancia el nitrógeno gaseoso de la atmósfera;

3º.—Que el nitrógeno asimilable es suministrado á las plantas bajo forma de amoniaco ó de ácido nítrico.

Ahora bien, la totalidad de los terrenos, está plenamente comprobado que contienen compuestos nitrogenados naturales que forman la reserva ó stock de nitrógeno asimilable. Si las plantas són incapaces por si mismas de tomar ese nitrógeno de la atmósfera, de apropiárselo y el suelo de fijarlo, queda en pié la cuestión siguiente: ¿Cómo se ha formado ese compuesto nitrogenado? ¿Esas reservas continuamente gastadas por las plantas en su desarrollo han debido ya agotarse? Es pues necesario que el nitrógeno del aire halla podido combinarse al oxígeno y al hidrógeno sin intervención de la vegetación. Esto fué demostrado por Cavendish de la manera siguiente: si se hacen pasar chispas eléctricas en el seno de una masa de aire encerrada en un tubo en V invertido sobre mercurio, se ven formarse vapores rutilantes, y si se hace llegar al interior del tubo una solución alcalina, el volúmen gaseoso disminuye progresivamente, encontrándose en el líquido una mezcla de nitrato y nitrito de la base empleada.

Admitido así el nitrógeno en el ciclo de la vida, queda todavía por comprender, por resultado de qué evoluciones, las combinaciones complejas en que entró con la planta, han podido, una vez introducido en el suelo, hacerlo regresar al estado de nitrato. Esto ha sido demostrado.

Schlœsing y Müntz tuvieron la idea de que la nitrificación debía resultar de la presencia de un fermento orgánico. En 1889 Winograndsky aisló el microbio nitrificante, el nitromónade, que á la inversa de todos los otros micro-organismos, es incapaz de nutrirse de materias orgánicas, pero toma el carbono directamente de una fuente mineral, el ácido carbónico, y se lo asimila. Este microbio que vive en un licor de carbonato de magnesio, de fosfato de potasio y de sulfato de amonio, goza de la propiedad de descomponer el carbonato de magnesio para asimilarse el carbono y fijar el oxígeno al estado naciente, sobre el nitrógeno, para formar ácido nítrico.

Según Müntz y Marcano, un fenómeno semejante se produce en los terrenos cercanos á los yacimientos de guano de las regiones tropicales. El nitrógeno en presencia del carbonato de cal de las rocas calcareas, forma los elementos necesarios para la vida de un nitromónade, mucho más voluminoso que el que se produce en los suelos europeos, y la nitrificación se opera poco á poco extendiéndose progresivamente á terrenos cada vez más elevados.

Es indudable que una parte de los nitratos que existen en el suelo son producidos por acción del efluvio y de la chispa eléctrica. Boussingault ha demostrado que la formación de productos oxigenados, de nitrógeno debe ser enorme en la zona tórrida. Se encuentra, en realidad, nitrato de amonio en todas las aguas de lluvias y en la nieve. Pero esto no es suficiente para dar una idea de las enormes cantidades de nitrógeno combinado que se encuentran al cabo de un año en el suelo y las mermas que sufre, sobre todo si se considera que los nitratos no son, como otras materias fertilizantes, retenidos por la arcilla, sino que por el contrario los compuestos húmicos son constantemente arrastrados por las aguas meteóricas al sub-suelo y allí los toman los cursos de agua para arrastrarlos hacia el mar.

Parecería, según esto, que los nitratos, hubieran debido, como los cloruros, acumularse en el mar, pero nada de esto sucede: en los fondos submarinos reina la putrefacción y los nitratos son reducidos al estado de sales amoniacales, pero como el agua de mar, cargada de bicarbonato de calcio, es ligeramente alcalina,

el amoniaco formado se transforma parcialmente en bicarbonato de amonio que tiene tensión de vapor y puede difundirse en la atmósfera; hay pues, bajo la acción de los vientos una verdadera destilación del amoniaco que regresa del mar para ponerse en contacto con los continentes.

Una parte de ese amoniaco es absorvido por las hojas de las plantas para ser utilizado directamente en la formación de materias nitratadas complejas; la otra parte es absorvida por el suelo, y, si este contiene una cantidad suficiente de humedad y de carbonato de calcio, que suministraría al agua bicarbonato de calcio y le comunicaría reacción lijeramente alcalina, el amoniaco desaparece para transformarse en ácido nítrico bajo la acción de millones de esos infinitesimales micro-organismos aislados por Winogradsky. Sirviendo el aire de vehículo al amoniaco y siendo constantemente despojado de él por el suelo, se produce una circulación contínua de nitrógeno combinado, al estado de carbonato de amonio, entre las grandes napas de agua y el suelo, circulación que tiende á compensar las pérdidas de nitrógeno que el suelo sufre constantemente al desaparecer sus nitratos.

El fenómeno de la nitrificación es mucho más complejo todavía, pues reacciones antagónicas tienden á producir una desnitrificación. En efecto, como una, parte de los vegetales está introducida en el suelo y da, por su descomposición, compuestos húmicos que conservan tal cantidad de nitrógeno que no puede ser nitrificado en su totalidad, y como al lado de estos organismos nitrificadores se producen otros que pueden, sin necesidad del aire, reducir los nitratos ó transformar al menos una parte al estado de óxido de nitrógeno y aun de nitrógeno, resulta que sería difícil explicar, por la oxidación directa del nitrógeno bajo la influencia eléctrica y por la circulación del nitrógeno combinado entre el agua y el suelo, las reservas enormes de nitrógeno existentes en la tierra al estado de nitratos.

Helriegel ha dado la teoría siguiente que ilumina el entendimiento humano para comprender como se tienen esas reservas. Helriegel ha constatado que sobre las raices de las leguminosas, se desarrollan, al menos en ciertos suelos, nodosidades ocupadas por bacterias que parecen especiales á cada leguminosa, y que cuando estas bacterias se fijan en las raíces se hacen aptas para fijar el nitrógeno atmosférico al estado de combinaciones orgánicas. Hay pues una nueva fuente de combinaciones nitratadas, que á la muerte del vegetal, es capaz de reconstituir en el suelo las reservas de los nitratos destruidos por los organismos antagonistas.

De manera que las pérdidas que se producen por la reducción de los nitratos y su transformación en óxido de nitrógeno y aún en nitrógeno, están contrabalanceadas por las bacterias que toman el nitrógeno y lo fijan á la leguminosa.

Esta fijación fisiológica del nitrógeno, se encuentra en todos los lugares que reunen las condiciones siguientes: presencia de una materia porosa de reacción debidamente alcalina (calcareos ó rocas fedespáticas en vías de alteración), ventilación suficiente, presencia de materias orgánicas nitratadas ó de sales amoniacales muy poco concentradas, temperatura conveniente y humedad suficiente para la vida de las bacterias.

Estas condiciones se encuentran reunidas casi todo el año en la tierra vegetal, en que Boussingault, Jawes, Gilbert, y muchos otros han demostrado la presencia constante de nitratos en la dosis de uno á dos gramos por metro cúbico de tierra. Esta cantidad es suficiente para la vejetación pero pequeña para que una industria pueda extraerla con provecho. Sin embargo, el hombre y la naturaleza misma han podido realizar condiciones más favorables y crear verdaderas nitrateras, bien sean naturales, bien, artificiales.

Tales son en resúmen las teorías más modernas que se han emitido para explicar el interesante problema sobre el orígen de los nitratos, teorías que han disipado las tinieblas que oscurecían hasta hace poco el entendimiento humano. Estas teorías han sido agrupadas y extractadas por el que suscribe, tomándolas de reputadas obras científicas en que se ha consultado la opinión de personas notables en el mundo de la ciencia.

Claramente se notan que las opiniones están divididas y que los pareceres para explicar como el nitrógeno evoluciona en el ciclo de la vida no son homogéneas. Sin embargo esas opiniones pueden agruparse así:

1º.—Aquellas que solo admiten la presencia y actuación de los micro-organismos para la fijación del nitrógeno.

2º.—Aquellas en que la actuación de los micro-organismos es negada en lo absoluto para admitir que las reservas del nitrógeno asimilable contenido en el suelo son solo debidas á reacciones producidas por vía química. Si se pusieran en uno y otro platillo de una balanza las razones científicas, reputación y autoridad de los sostenedores de una y otra teoría, casi puede asegurarse que el equilibrio se produciría.

Analizando la cuestión con espíritu sereno y procediendo con un criterio imparcial se puede llegar á la conclusión de que ambas

teorias, en vez de ser opuestas, al contrario, se completan y más bien aunadas dan nacimiento á una idea general que explica claramente el génesis de los nitratos. En efecto, está plenamente demostrado:

1º.—Que Winogradsky aisló y comprobó la existencia del microbio nitrificante y que más tarde Helriegel constató la presencia de las bacterias que viven en las nodosidades de las raices de las leguminosas.

2º.—Que el nitromónade de Winogradsky, sin intervención de la materia orgánica, descompone el ácido carbónico atmosférico, asimila carbono y fija el oxígeno al nitrógeno para formar ácido nítrico que se combina con las bases del suelo para generar nitratos. Que las bacterias de Helriegel toman directamente el nitrógeno de la atmósfera y una vez aprisionado lo hacen pasar al suelo al estado de combinaciones orgánicas.

3º.—Que el experimento de Cavendish prueba que el efluvio eléctrico es capaz de descomponer el aire atmosférico produciéndose ácido nítrico, que arrastrado por las lluvias forma nitratos en el suelo.

4º.—Que la mayor parte de los nitratos producidos de una ú otra manera son lixiviados por las lluvias y conducidos hacia el mar.

5º.—Que es efectiva la transformación de los nitratos disueltos en el mar en sales amoniacales, su destilación subsiguiente y su transformación ulterior en ácido nítrico, al contacto del suelo de los continentes, por oxidación; fenómenos originados todos por vía química.

6º.—Que recientemente Sir Archibald Forster ha demostrado que si á un terreno completamente desprovisto de plantas comunes, pero que tenga ciertas especies de bacterias, se le deja permanecer en contacto con el aire, lentamente, pero con seguridad, aumentarán los compuestos nitratados. Estos compuestos son realmente elaborados por dos ó tres especies de bacterias que funcionan juntas, por que si no se encontraran presentes los compuestos no se acumularían.

Ahora bien, concretadas así las ideas un razonamiento muy simple basta para hacer desaparecer el antagonismo que se pretende existe entre las teorías químicas y microbianas.

En efecto, bien conocido es el hecho de que ciertos terrenos contienen nitrógeno combinado y que apesar de esto no constituyen un verdadero criadero, pues no contienen bacterias y, por con-

siguiente, la reproducción no se efectúa; en este caso se recurre generalmente á la teoría química para explicar su génesis. A esta hipótesis puede oponerse: ese terreno ha podido contener tan enorme cantidad de bacterias, que las toxinas generadas por aquellas han podido producir su extensión ó han muerto al endurecerse la costra superficial y quedar así aisladas de su fuente de aprovechamiento ó sea del aire atmosférico.

Si todo terreno vegetal contiene nitrógeno combinado, en la proporción de uno ó dos gramos por metro cúbico, según demostraron Boussingault y muchos otros, es necesario abandonar la teoría microbiana y recurrir á la química destilatoria para explicarse la presencia de los compuestos nitratados, pues, en este caso general, aparecida la primera ó primeras bacterias nada hubiera impedido su desarrollo, y al cabo de cierto tiempo se deberían tener verdaderos yacimientos por la acumulación producida, particularmente en nuestra región costanera, en que la neblina es espesa, el rocío abundante y las lluvias casi nulas. La hipótesis de las toxinas no es aplicable por tratarse de un caso tan general y cabe solamente recurrir á la teoría química descartándose por completo de la microbiana.

Por otra parte, cuando se está en un verdadero criadero de nitrato de potasio, es decir en un medio apropiado para el cultivo del nitromónade, producido expontáneamente por la naturaleza, cabe preguntar que argumento serio milita en favor de que las reacciones químicas sean por completo descartadas. ¿No es más lógico suponer que esos micro-organismos ávidos de nitrógeno se aprovechen de la corriente de vapores amoniacales destilada del mar para tener allí una nueva fuente de donde tomar el nitrógeno y oxidarlo con el oxigeno extraído de la atmósfera para formar ácido nítrico? Por último, la transformación de ese ácido no es otra cosa que una reacción química.

Así pues, un yacimiento de salitre es el teatro de muy diversas y complejas manifestaciones de una actividad bacterio-química, pues el trabajo de los microbios es eficazmente ayudado por las reacciones generadas expontáneamente en el inmenso laboratorio de la naturaleza.

Yacimientos nacionales.—En el pais los yacimientos existentes se encuentran ubicados en los lugares que reunen las condiciones siguientes: costa baja y abierta á todos los vientos; gran proximidad al mar; presencia de materias porosas y existencia de restos orgánicos. Ninguno de los yacimientos visitados escapa á estas cuatro condiciones.

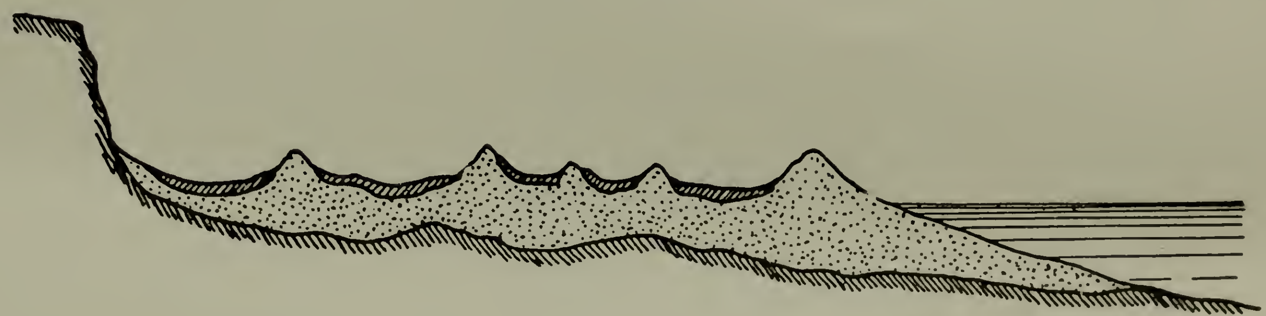


Fig. 1.—Tipo de Yacimiento

Todos estan ubicados sobre restos de antiguas poblaciones incaicas ó cementerios y á pequeña altura sobre el mar y corta distancia de la costa. Los muros derruidos suministran la materia porosa y los restos orgánicos, la orgánica.

Es probable que la descomposición de la materia orgánica, encontrando un terreno preparado para ello, en que debían encontrarse cloruro de sodio y potasio, sulfatos, etc. y un conjunto de condiciones genésicas, *halla dado lugar á la formación de las bacterias*, que produciendo ácido nítrico han permitido su combinación con la potasa, contando con el impulso de las reacciones químico–destilatorias marítimas.

Sirven de fundamento á esta idea: 1º—Los terrenos en que no existen restos incaicos al rededor del yacimiento están desprovistos de nitrato; 2º—En el Perú, absolutamente todos los yacimientos descubiertos están situados sobre antiguas poblaciones; 3º—Siempre están cerca de la costa y á pequeña altura sobre el nivel del mar; 4º—En las ruinas en que no hay salitre es por que la tierra está desprovista de sales delicuecentes por faltar algunas de las condiciones ya enumeradas.

Así pues, el nitrogeno de la materia orgánica acumulada pudo ser nitrificado, es decir oxidado por la intervención del elemento nitrificante, poderosamente ayudado por reacciones químicas intensas.

Antes de terminar este capítulo dejaré constancia de los siguientes hechos:

1º. En el yacimiento Huarmey despues de lixiviar la tierra para extraer el nitrato, al cabo de tres ó cuatro meses de descanso, se encuentra de nuevo salitre en los relaves.

2º. En el lugar de donde se arrancó la tierra reproduce el nitrato con igual intensidad á los cincuenta ó sesenta días.

3º. Una lijera rociada con agua apura el proceso de nitrificación.

4º. Si la lixiviación para el beneficio, que dura solamente pocas horas, parece que solo produce un adormecimiento de las facultades nitrificadoras de las bacterias, en cambio una lixiviación consecutiva, durante un largo período, produce su extinción. Tal sucedió en el yacimiento "Asnapuquio", que por estar situado en medio de terrenos cultivados y considerársele improductivo (la fuerza del nitrato no permitía la vida de la planta) se le sometió á abundante lavado que ha hecho desaparecer casi la mayor parte del nitrato.

En Mala un inmenso yacimiento ha desaparecido por igual causa quedando felizmente vestigios para reconocerlo.

5º. En esos yacimientos no existe vegetación comun. Toda planta que se siembre muere en su simiente y una trasplantada muere al poco tiempo.

6º. Crece allí expontáneamente una planta llamada vulgarmente litro, cuyos tubérculos producen legías potásicas. Tambien desarrolla la grama salada.

7º. Su arena es porosa y muy permeable al aire; la temperatura constantemente elevada y la atmósfera, seca durante el día, por la noche es lo bastante húmeda y la neblina espesa, para que en la mañana se genere abundante rocío, que al levantamiento del sol embebe el suelo contribuyendo así á la humedad del terreno.

8º. Fuera de duda queda que en el yacimiento de Mala y en el de Asnapuquio *solo las bacterias* han intervenido en su formación y que, por los lavados consecutivos, han sido arrastradas de ese medio apropiado á su existencia. Y no es posible aceptar en este caso especial la teoría química, porque una vez restablecidas las condiciones anteriores al lavado, al cesar este, las reacciones químico-destilatorias han debido reinar de nuevo y generar nitrato; como tal cosa no sucede, hay que abandonar la teoría química y recurrir á la microbiana, única lógicamente aceptable en el caso de que nos ocupamos.

CAPITULO III

Yacimientos

En esta parte se han agrupado todos los datos concernientes á los criaderos de nitrato de potasio que se presentan en el territorio nacional; están comprendidos aquí, no solo los yacimientos suceptibles de ser utilizados industrialmente, sino también aquellos que por su pequeñez no podrían ser explotados, pero que se señalan á título de mera curiosidad y á fin de que sean conocidas las zonas en que el nitrato se presenta.

Para hacer una exposición ordenada se han reunido los criaderos por departamentos y siguiendo su orden de norte a sur.

No es demás advertir que los datos referentes á la superficie, son solo aproximados, pues se han usado aparatos de bolsillo para las mediciones.

DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Yacimientos.—En este departamento abunda el nitrato de potasio, presentándose bajo la forma de manchas numerosas pero de pequeña extensión y muy aisladas unas de otras. Tal sucede en las proximidades de la ciudad de Lambayeque. Se conoce un buen yacimiento en este departamento pero no se indica su ubicación por no estar denunciado.

En el despoblado situado al N de Morrope también aflora el salitre. Este departamento no ha sido lo suficientemente explorado, así es que es posible que una exploración metódica permita descubrir un valioso yacimiento pues todos los indicios permiten augurarlo.

Es necesario no confundir las manchas de nitrato de potasio con los terrenos que los agricultores denominan «salitrosos». es muy frecuente escuchar: «tal terreno está lleno de salitre». Nada más erróneo que este concepto pues las manchas, impropiamente denominadas «salitrosas», no son otra cosa que una mezcla de cloruro de sodio y sales alcalinas y alcalino-terrosas, que no contienen mayor proporción de salitre que la que la naturaleza ha asignado á todos los terrenos.

DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Nepen.—En las proximidades del pueblo de Santiago de Cao. Está situado en un terreno muy plano y cerca del mar.

Este yacimiento fué denunciado por la Compañía Nitral Limitada quien amparó nueve estacas, pero solo contienen salitre realmente 71,500 metros cuadrados de superficie. El denuncio fué mal hecho, asi es que quedó una pequeña parte fuera de los límites de la concesión. W. R. Grace y Cia., denunció á continuación 91 estacas que le fueron concedidas. Pero como en estos casos es general que se denuncie por puro espíritu de imitación y sin tener la menor idea de los caracteres de la sustancia que se pide, resultó que los 3'640,000 metros cuadrados de superficie denunciada solo contenían..................8,000 metros cuadrados de terreno nitratoso. (!)

Este nitrato ha sido materia de explotación anterior pues existen vestigios de una oficina para la preparación de nitrato bruto.

El señor Julio Davelouis dá para la tierra:

Agua..............................	16.24	%
Materias terrosas.........	46.31	,,
,, orgánicas........	14.12	,,
Nitrato de potasio........	4.24	,,
,, ,, sodio..........	0 43	,,
Cloruro de sodio...........	11.58	,,
Sulfatos..........................	trasas	
Cal................................	,,	
Alumina.........................	4.09	,,
Cloruro de magnesio.....	2.37	,,
	99.98	

Chiquitoy.—Colinda con el pueblo de Santiago de Cao y solo dista 100 m. de la playa. Como el anterior se presenta en un te-

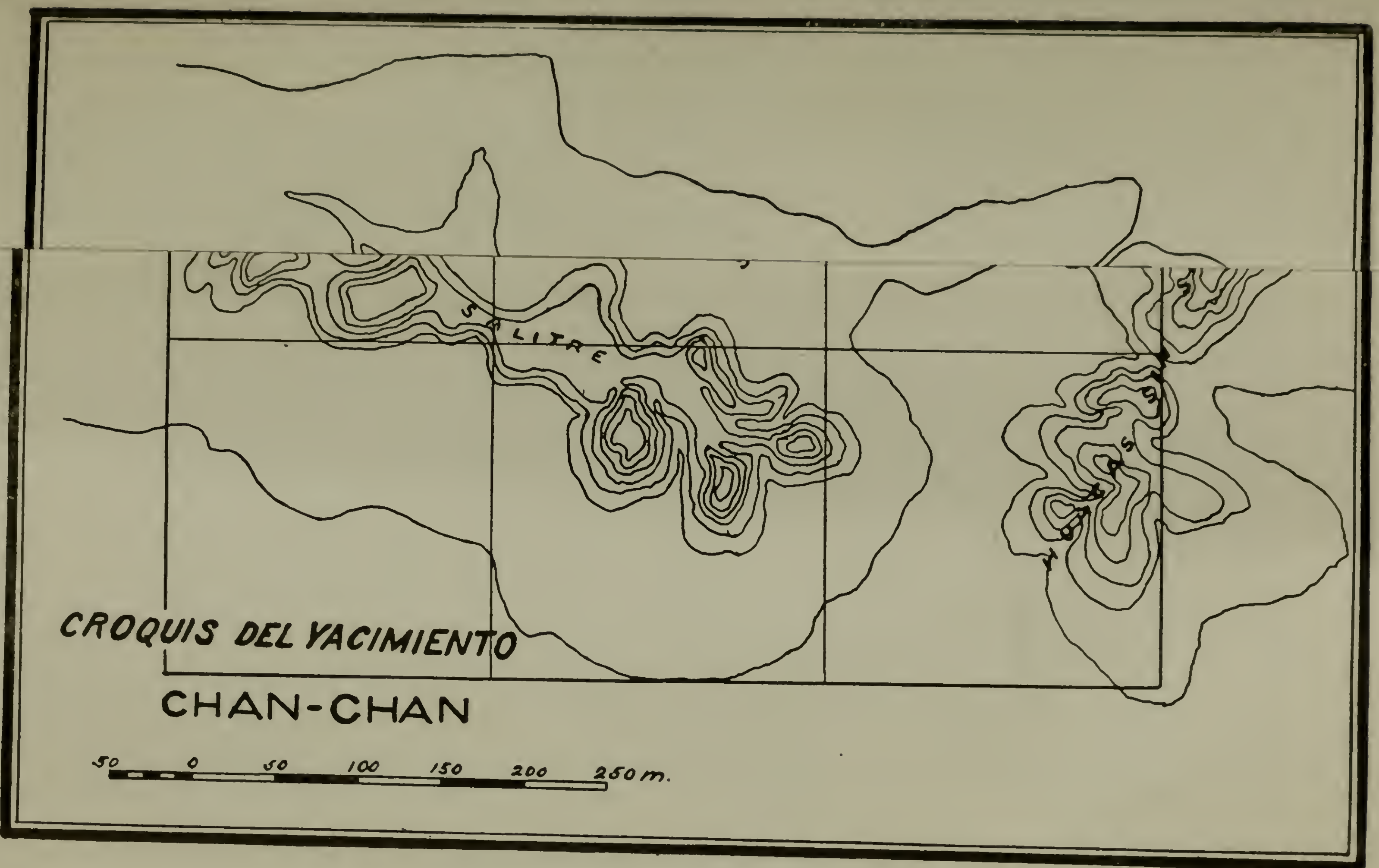


Fig. 2.—Yacimiento de Chan-Chan

CROQUIS DEL YACIMIENTO

CHAN-CHAN

50 0 50 100 150 200 250 m.

HUACAS SIN SALITRE

TERRENO CON SALITRE

SALITRE

HUACAS SIN SALITRE

SALITRE

HUACAS

Fig. 2.—Yacimiento de Chan-Chan

rreno alto y poco accidentado. Superficie que realmente contiene nitrato: 65,400 metros cuadrados. Dos habitantes del lugar cuentan que este criadero ha sido explotado en pequeña escala.

Tres Palos.—Al pie del mar y en el camino que va por la playa de Santiago de Cao á Huanchaco. Es atravezado por la vía férrea que va al puerto citado. 65,000 m^2 con nitrato.

Chan-Chan.—Ubicado en las famosas ruinas del mismo nombre. En realidad son dos los criaderos, que distan 1,500 m. uno del otro. El primero, que es el más importante, está situado en la llamada "Huaca del Sol"; el terreno es muy desigual y accidentado, pero en las holladas el salitre aflora nítidamente lo que permite asegurar (aunque no se ha efectuado un análisis), que su riqueza es mayor que la de todos los yacimientos estudiados. Superficie: 439,988 metros, cuadrados. En toda esa extensión abundan los restos orgánicos.

Al O. del anterior hay 1,350 metros cuadrados de terreno salitroso.

DEPARTAMENTO DE ANCACHS

Huarmey.—En las proximidades y al N. del puerto del mismo nombre; en un terreno muy quebrado y rico en despojos orgánicos pues debe haber sido un antiguo cementerio de la época incásica. La superficie que contiene salitre, susceptiple de ser explotado, se eleva á 238,400 m^2.

En la época del coloniaje este criadero fué explotado de una manera intensa, pudiendo verse allí numerosas playas de esa época. Ultimamente la Compañía Nitral, con el mismo objeto, construyó una oficina, que hoy no funciona.

El señor Julio Davelouis dá la siguiente composición para la tierra:

Agua	11.17	%
Materias terrosas	61.03	,,
,, organicas	5.16	,,
Nitrato de potasio	4.10	,,
,, ,, sodio	1.53	,,
Cloruro de sodio	13.12	,,
Sulfatos	trasas	
Cal	,,	
Alumina	1.20	,,
Cloruro de magnesia	2.56	,,
	99.87	

El que suscribe encontró:

Humedad	6.300	%
Materias orgánicas	4.641	,,
,, terrosas	68.991	,,
Cloruro de calcio	0.567	,,
Nitrato ,, potasio	4.028	,,
,, ,, sodio	0.316	,,
Cloruro ,, sodio	9.139	,,
,, ,, potasio	3.214	,,
Sulfato ,, magnesio	1.045	,,
,, ,, potasio	0.945	,,
,, ,, sodio	0.567	,,
,, ,, calcio	0.028	,,
Errores y pérdidas	0.232	,,
	100.000	

La parte insoluble esta formada por 15 % de carbonato de calcio, óxido de fierro, silice y alumina.

Las diferencias entre los dos análisis se deben posiblemente á la forma de tomar la muestra.

Un analisis efectuado en Alemania arrojó:

Nitrato de potasio	2.21	%
,, ,, sodio	1.67	,,
Cloruro de sodio	6.49	,,
,, ,, magnesio	0.55	,,
,, ,, calcio	0.46	,,
Sulfato ,, ,,	1.14	,,

Hay que recordar que la tierra nitratosa es sumamente delicuescente, así es que esta muestra sufrió profunda modificación durante el viaje; por tal razon el analisis practicado en Alemania arroja menos porcentaje que los efectuados aqui.

La Fortaleza.—Se presentan tres manchas de tierra salitrosa en las cercanías de la desembocadura del rio de "La Fortaleza"; la mayor y mas rica en la margen izquierda y las otras dos en la derecha y al pie de un maciso de roca eruptiva. El terreno, de topografía accidentada, es ocupado por una antigua necrópolis incaica. El area total es de 95,612 metros cuadrados.

San Nicolás.—Al pie de los cerros que forman la cadena litoral y en terreno de la Hacienda San Nicolás. 14,250 metros cuadrados con nitrato.



Fig. 3.—Yacimiento "La Fortaleza"

Corral de Vaca.—En terrenos de la misma Hacienda. Existen cuatro manchas salitrosas: dos á cada lado del rio Supe. El terreno presenta un grupo de huacas (panteones) incaicas. Superficie total: 85,000 metros cuadrados.

Según versión la hacienda San Nicolás emplea la tierra de este criadero para usarla como abono de sus cañas.

DEPARTAMENTO DE LIMA

Asnapuquio.—En terrenos de cultivo de dicho fundo. Ha sido trabajado. Cuando fué visitado el yacimiento era sometido á adundantes lavados para hacer desaparecer el nitrato y aprovechar ese terreno para sembrío. Sin embargo es tal el poder de reproducción del nitrato, que murió la mayor parte del cultivo de maiz. A la fecha debe haber desaparecido todo el nitrato arrastrado por el agua. Extensión: 1,475 metros cuadrados, pero antes fué muchísimo mayor.

Yacimientos no denunciados.—Se conocen dos con una extensión total de 32,000m²

Para uno de ellos el análisis del señor Davelouis, dió:

Agua..............................	3.53	%
Materias terrosas......... .	68.16	,,
,, orgánicas........	13.04	,,
Nitrato de potasio.........	3.56	,,
,, ,, sodio.....	0.37	,,
Sulfatos..........................	trasas	
Cal................................	trasas	
Alúmina.......................	trasas	
Cloruro de magnesio......	2.93	,,
	99.86	

Surco.—En este pueblo, distante pocas cuadras del balneario del Barranco, una parte de la población ha emigrado quedando por tal causa una serie de casas abandonadas y hoy en ruinas; pues bien, todo el suelo de esas ruinas está cubierto de tierra nitratosa. Al centro de la plaza principal se presenta una mancha de salitre. Superficie total aproximada: 18,947 metros cuadrados. No es denunciable según el Código de Minería.

En el pueblo de Lurín también hay tierra salitrosa.

Bujama.—En los terrenos de ese fundo, cercanos á la caleta del mismo nombre quedan vestigios de un inmenso yacimiento de los del género que nos ocupa; posiblemente fué de una extensión cuádruple que la del de Chan-chan. Posteriormente esos terrenos han sufrido frecuentes riegos que con el trascurso del tiempo terminaron por hacer desaparecer todo el nitrato almacenado en el suelo.

Mala.—Casi en la desembocadura del río Mala y frente á la casa del fundo "Salitre" existe una mancha de tierra salitrosa, en un terreno muy desigual y que ha sido una antigua necrópolis incaica. Este salitre ha sido trabajado pues se ven allí relaves y restos de una oficina de beneficio.

Exploraciones.—El último yacimiento descrito es el que se encuentra más al Sur de la república.

Toda la costa comprendida entre Lomas y Chala, y entre Chala y las cercanías de la caleta de Atico ha sido cuidadosamente explorada, sin que en todo ese extenso recorrido se haya encontrado la menor manifestación de nitrato de potasio, ni aún en los panteones incaicos.

De desear seria llevar más adelante los reconocimientos para comprobar la presencia ó ausencia del nitrato y poder establecer á ciencia cierta si en su formación juegan un rol preponderante la temperatura y las condiciones climatéricas como se afirma al tratar de los yacimientos de nitrato.

LA COMPAÑIA NITRAL LIMITADA

Con el fin de explotar los yacimientos descritos y efectuar exploraciones en el territorio nacional, se formó en Lima una sociedad que adoptó la razón social que encabeza este párrafo.

Se estudiaron los yacimientos conocidos, se buscó nuevos criaderos, se denunciaron y empadronaron todos aquellos que se juzgó de interés comercial y, por último, se instaló una oficina de prueba en Huarmey.

La Companía Nitral entró en relaciones más tarde con una firma alemana y últimamente con una inglesa, para conseguir capitales que permitieran efectuar una explotación en mayor escala. Poco tiempo há vino un ingeniero de Inglaterra que visitó los criaderos é hizo un gran acopio de datos para estudiar el negocio. En la actualidad la Compañía no elabora nitrato pues está en espera de la respuesta inglesa para dar impulso á esta indus-

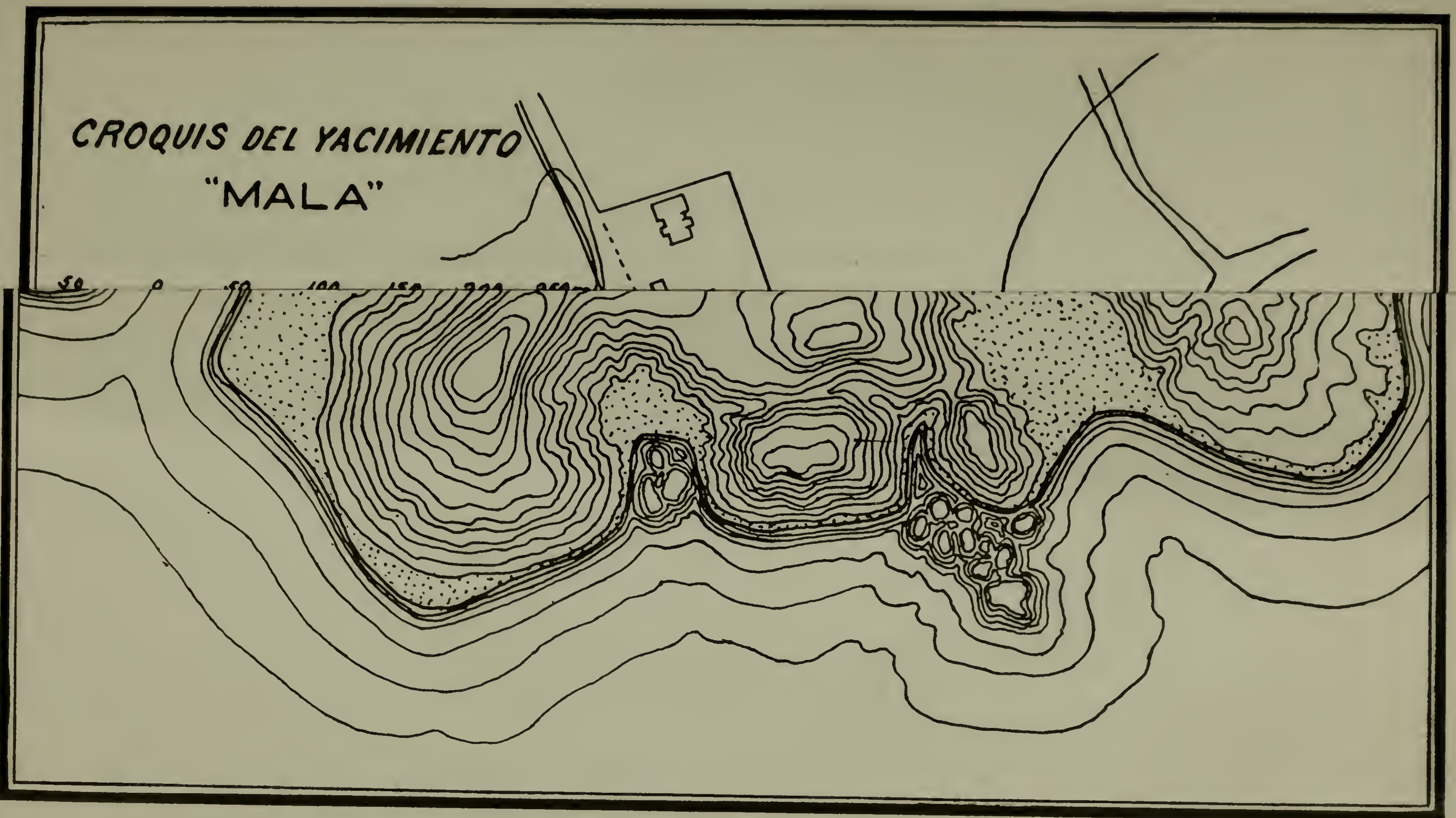


Fig. 4.—Yacimiento de "Mala"

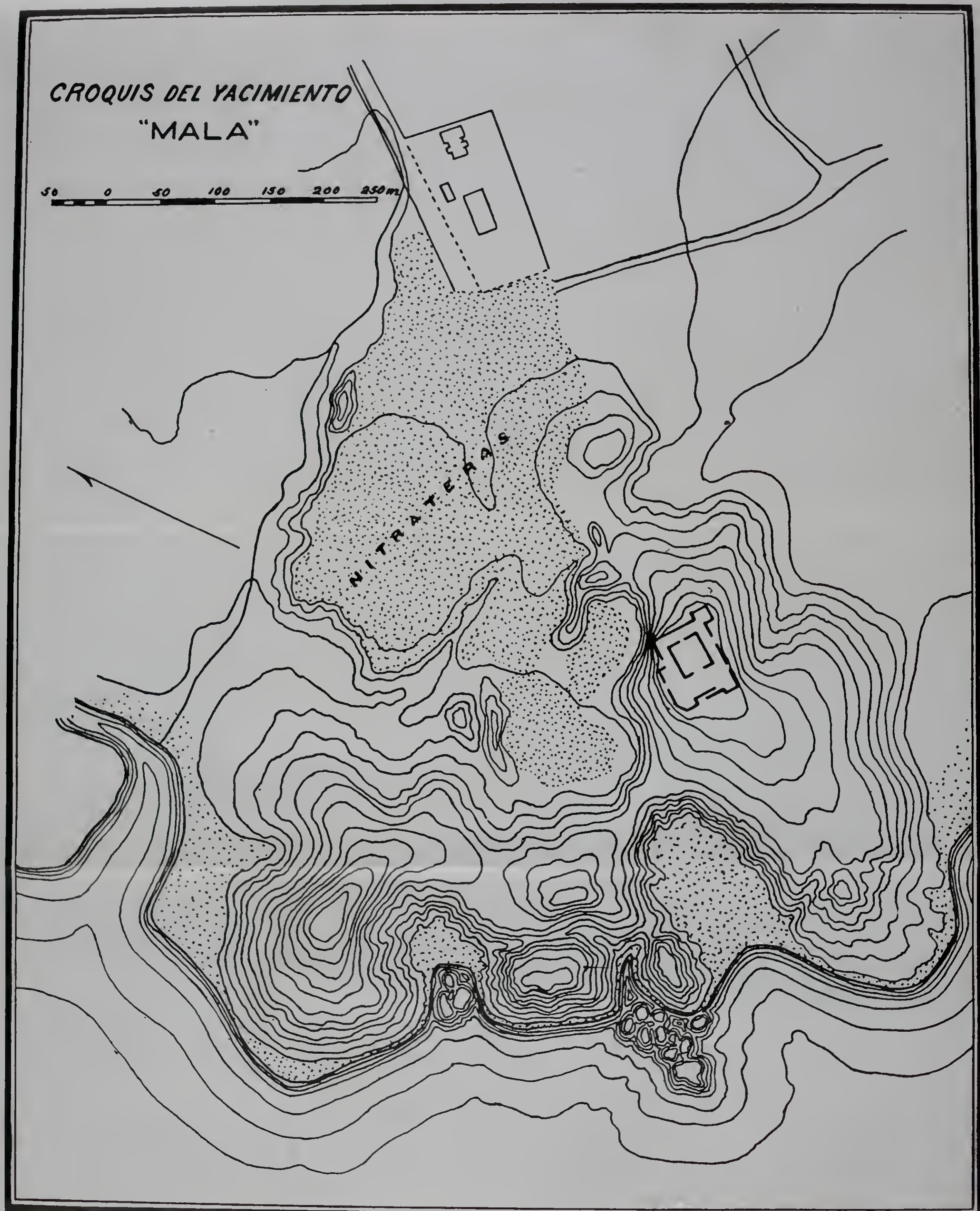


Fig. 4.—Yacimiento de "Mala"

tria, que, aunque pequeña, representa una gran dosis de esfuerzos y de lucha, en este país en que toda industria nueva necesita hacer un verdadero derroche de energía para abrirse paso en medio de una atmósfera de indiferencia si nó de hostilidad.



CAPITULO IV

Explotación

Método de explotación.—La manera de explotar un yacimiento de nitrato de potasio es sumamente simple. Ya se indicó que un yacimiento de ese género está constituído por una delgada capa, más ó menos amplia, formada por arena y arcilla intimamente mezclada con el nitrato de potasio, cloruro de sodio, sulfatos de potasio, sodio y magnesio, cloruro de potasio, etc.

El método de explotación consiste en recojer á la pala la tierra salitrosa, tomándola hasta una profundidad que varía entre 5 y 8 centímetros; esa tierra se reune en montones que se transportan en carreta á la oficina de beneficio.

La parte verdaderamente importante de esta cuestión consiste en la manera como debe dividirse el yacimiento para permitir obtener diariamente una cierta cantidad de nitrato crudo y dejar descanzar la tierra el tiempo necesario para que una nueva nitrificación tenga lugar. Si no se procede así es seguro que en la segunda recolecta la tierra obtenida será de baja ley, pues no habiendo descanzado el terreno durante su periodo de nitrificación ó reproducción, el nitrato sólo se generará en cantidad pequeña.

Con el objeto de tener un trabajo bien organizado se deben efectuar previamente las operaciones siguientes:

1º.—Trazo de una poligonal siguiendo exactamente el contorno del yacimiento ó mejor dicho, determinación del perímetro del criadero. En esta operación los detalles topográficos no tienen importancia.

2º.—Dibujo de esa poligonal y determinación de la superficie encerrada por la poligonal.

3º.—Recojer muestras de diversas partes del yacimiento á fin de formar un común lo más perfecto posible.

4º.—Determinar en este común la ley media de nitrato de potasio y cloruro de sodio, que son las sales industrialmente aprovechables. Debe también investigarse si en la parte soluble hay nitrato de soda ú otra base y si en la parte insoluble hay nitrato de calcio. Si existiese este último quedaría en los relaves obtenidos después del beneficio, mientras que si su ley lo permite económicamente, se le puede trasformar en nitrato de potasio.

5º.—Determinar experimentalmente en cada criadero el periodo de reproducción. Para esto, en diversos lugares, se recoje tierra en una extensión de cinco ó seis metros cuadrados, y después de cierto tiempo se efectúan análisis cuantitativos por nitrato hasta que la ley se acerque á la primitiva. La fijación del período de reproducción puede decirse que es el eje al rededor del cual gira el negocio y por lo mismo debe hacerse con sumo cuidado á fin de tener la absoluta certeza de su duración, que es la base de los cálculos posteriores.

6º.—A fin de tener un trabajo bien organizado se debe dividir el yacimiento en el número de parcelas que se crea necesario. En el plano se numeran esas divisiones y se estacan en el terreno á fin de que los operarios sepan el lugar en que deben trabajar y las parcelas que están en descanso.

7º.—Como el análisis químico dá la ley exacta del nitrato, pero en la práctica no se obtiene todo el salitre por quedar parte de él en los relaves, se hace necesario efectuar todavía una última operación que consiste en llevar á cabo un análisis en grande ó mejor dicho un pequeño beneficio. Para ello se recoje tierra en una extensión de diez ó doce metros cuadrados, se pesa y beneficia por el método que se va á emplear para el tratamiento en grande escala, después se pesan las cantidades de salitre y cloruro de sodio obtenido. Analizando los relaves se tiene el nitrato que queda en ellos y por diferencia el porcentaje pedido al circular las solucionss y el que queda impregnando la sal al separar este producto.

Recogidos los datos anteriormente indicados se puede entonces fijar con absoluta certeza las siguientes características de cada criadero:

a.—Cantidad total de nitrato de potasio y cloruro de sodio encerrada en la tierra salitrosa;

b.—Cantidad industrialmente aprovechable;

c.—Duración del periodo de reproducción que determina el de descanso;

d.—Extensión que se puede dar á los trabajos ó sea el máximun de toneladas que se pueden producir al día.

Naturalmente que es mucho más prudente dejar descanzar la tierra el doble de su periodo de producción.

El yacimiento Huarmey que trabajó la Compañía Nitral Limitada tenía una extensión de 238,400 m² experimentalmente se determinó que cada 13 m² pesaban 1t 040 y contenían 41 kilógramo de nitrato y 95 Kg. 06 de sal común ó sea por metro cuadrado, 3,154 de nitrato y 7,312 de cloruro de sodio. Se dedujo entonces que la superficie total contenía 751,913 kilógramos de salitre, 1.743,181 de sal y que pasaba 19,072 toneladas. Además en los relaves quedan 37,595 kilógramos de nitrato. El periodo de reproducción variaba entre 60 y 80 dias. La forma del yacimiento y la comodidad de los trabajos exigieron dividirlo en diez y ocho parcelas.

La Compañía explotadora deseaba obtener 2 toneladas al día de nitrato bruto. Un cálculo muy simple indicó la posibilidad de hacerlo. En efecto: 2 toneladas están contenidas en 634 m², y como un 5%, ó sean 100 kilos, quedan en los relaves, habrá que trabajar 673 m² por día aproximadamente. Dividiendo el total de metros cuadrados entre 673 dá, aproximadamente, 354 días para el descanso.

El cuadro siguiente indica en detalle las cantidades de salitre y sal común contenidas en cada una de las 18 parcelas en que se dividió el yacimiento Huarmey.

Nº	Metros cuadrados	Sal en Kg	Salitre en Kg.	Salitre no recuperado en Kg.	Duración del trabajo
1	8,500	62,152	26,809	1,340	12 días
2	8,000	58,496	25,232	1,261	12 ,,
3	10,000	73,120	31,540	1,577	14 ,,
4	9,500	69,464	29,963	1,498	14 ,,
5	12,000	87,744	37,848	1,892	18 ,,
6	11,000	80,432	34,694	1,735	16 ,,
7	13,000	95,056	41,002	2,051	19 ,,
8	12,000	87,744	37,848	1,892	18 ,,
9	14,000	102,368	44,156	2,208	20 ,,
10	14,000	102,368	44,156	2,208	20 ,,
11	16,000	116,992	50,464	2,523	23 ,,
12	15,000	109,680	47,310	2.365	22 ,,
13	13,000	95,056	41,002	2,051	19 ,,
14	12,500	91,400	39,425	1,971	19 ,,
15	8,500	62,152	26,809	1,340	12 ,,
16	18,200	33,078	57,402	2,871	27 ,,
17	22,500	164,520	70,965	3,548	33 ,,
18	20,700	151,359	65.288	3,264	30 ,,
	238,400	1'743,181	751,913	37,595	348 días

El descanso de 248 días que se deja á cada prueba es excesivo pues el período máximo de reproducción es de 80 días en dicho criadero. Se comprende que es posible aumentar la producción hasta el límite mínimo de 6 toneladas y el máximo de 8, variando también los períodos de descanso entre 116 y 87 días. En el último caso se tiene un exceso de casi un mes sobre el descanso natural.

Como la Compañía Nitral solo deseó llevar á cabo un trabajo de prueba, la primera oficina que instaló solo tuvo capacidad para beneficiar cuatro quintales al día. Mas tarde se principió la construcción de una nueva oficina con capacidad para 2 toneladas pero por razones especiales no llegó á funcionar.

El trabajo principió en Huarmey el 17 de noviembre de 1911 y se continuó sin interrupción hasta el 29 de marzo del año siguiente. Durante este período de tiempo se llevó en la oficina un registro cuidadoso en que se anotó diariamente las cantidades de nitrato y sal común producidas, nitrato perdido en los relaves y al separar el cloruro de sodio, producción de este último, combustible consumido, densidad de las soluciones, y en fin, todo dato que se juzgó conveniente conocerlo por tratarse de una industria nueva en el país y que hasta el día solo había estado en manos de empíricos para los cuales no tienen ningún valor y que por lo

mismo no era conveniente colectarlos. Se beneficiaron diariamente 3,300 kilógramos de materia prima.

La ley industrial en nitrato deducida se encontró que variaba entre 1.81% y 7.30% pudiendo fijarse para la ley media industrial un 4.35%. El nitrato perdido en los relaves es aproximadamente un 5.60% y el que es retenido par el cloruro de sodio al separarlo de la solución concentrada de nitrato bruto es 1.40%; en total 8.08% de pérdidas.

La ley media que se obtuvo por el análisis químico fué de 3.94% es decir 0.41 menos que la ley que se dedujo industrialmente en los 132 días de trabajo. Se debe esto á que se trabajaron dos parcelas de regular luz y una muy rica, lo que hizo subir el porcentaje.

Si se desea entonces obtener una producción mensual que se aproxime en lo posible á una cantidad constante será necesario conocer la ley media exacta de cada parcela para asi explotar dos diferentes al mismo tiempo pero en las cuales la suma de las leyes se acerque á la ley media. Así por ejemplo, se beneficiará en un solo tratamiento tierras de las parcelas de ley de 1.81% y 2.49% cuya suma dá 4.30% que se aproxima bastante á la media 4.35. Mientras se lleva más lejos la división del terreno en parcelas, tanto mayor será la facilidad para dominar la producción y aumentarla ó disminuirla á voluntad, beneficiando siempre la misma cantidad de materia prima.

CAPITULO V

Beneficio

Hasta el presente sólo se ha seguido en el país, el sistema de lixiviar en frio la tierra salitrosa para obtener el nitrato bruto. Pero durante el tiempo que tuve la oportunidad de ocuparme de este asunto, en unas consultas que le hice al ingeniero señor Hildebrandt, se dedujo que mucho mas económico sería tratar la tierra salitrosa en caliente, por un procedimiento especial empleando para el efecto un aparato adecuado. El tiempo que se dispuso para llevar á cabo los experimentos necesarios era corto pues la compañia Nitral deseaba principiar cuanto antes los trabajos, por tal razón solo se describe en detalle el método de lixiviación en frio y se hacen ligeros apuntes sobre la posibilidad de mejorar el tratamiento.

Teoría del tratamiento.—El método se basa en lo siguiente: El nitrato de potasio es mucho mas soluble en caliente que en frio, en tanto que la solubilidad del cloruro de sodio y otras sales que lo acompañan es casi la misma. Asi es que, si se somete la tierra á una lixiviación en frio con una cantidad dada de agua, y se concentra después por evaporación la solución obtenida, hasta el grado conveniente, claro es que durante la ebullición el sulfato de calcio se separa en forma de espumas desde los primeros momentos, y que cuando el licor contiene mas del 36 % de sal comun, la solución saturada de cloruro de sodio principia á depositarlo, mientras que falta mucho todavia para llegar al punto de saturación con respecto al nitrato de potasio. Aprovechando de esa diferencia en el grado de solubilidad se llega á separar la mayor parte de la sal que se recoja del fondo de la paila de cocimiento, La solución caliente de nitrato de potasio se deja enfriar para que deposite la mayor parte del nitrato de potasio bajo forma de

cristales. El líquido que queda todavía se denomina agua madre y regresa á la paila de cocimiento en el tratamiento siguiente: El nitrato obtenido se lava con una solución saturada de salitre, una agua madre por ejemplo, se deja secar, se envasa y se tiene entonces el nitrato bruto listo para la venta.

En la tierra salitrosa pueden encontrarse presentes á más del cloruro de sodio y sulfato de calcio, nitrato de sodio, sulfatos de potasio, sodio y magnesio, cloruros de potasio y calcio. De estas sales unas son mas solubles que el salitre á una temperatura dada y otras menos, asi es que aprovechando de esa diferencia en los grados de solubilidad se puede obtener un producto apropiado para abono. Las sales menos solubles se separan durante el tratamiento y las que lo son en mayor grado quedan en disolución en el agua madre.

En los cuadros siguientes se consignan las cantidades de agua que disuelven á diversas temperaturas un peso dado de las sales que se indican.

Una parte en peso de nitrato de potasio exije para ser disuelta			Una parte en peso de nitrato de sodio exije para ser disuelta		
Temperatura (en grados)	Partes de agua		Temperatura (en grados)	Partes de agua	
0	7.5	Gay Lusacc	0	1.49	Marx
3	6.21	Bunsen y Kirchoff	6	1.58	Ditte
10	5.9		4	1.40	,,
11.67	5.4	Gay Lusacc	10	1.31	,,
16	4.	Riffault	15	1.24	,,
18	3.45	Gay Lusacc	21	1.16	,,
24	2.60	,,	29	1.08	,,
35	1.62	,,	36	1.00	,,
45	1.34	,,	51	0.88	,,
50.7	1.02	,,	68	0.799	,,
65.45	0.79	,,	80	0.710	Poggiale
79.7	0.59	,,	90	0.650	,,
97.7	0.424	,,	100	0.595	,,
115.9	0.298	Lepage	119	0.460	Marx
			120	0.440	Griffths

La solución de nitrato de potasio hierve á la temperatura de 115°9 que es su punto de saturación.

La solución de nitrato de sodio saturada hierve á la temperatura de 122°.

Se ve que hasta la temperatura de 68° el nitrato de sodio es mas soluble que el de potasio pero á partir de allí la solubilidad del primero disminuye hasta hacerse menor que la del segundo.

Una parte de de cloruro de sodio exije para disolver		Una parte de cloruro de potasio exije para disolver	
Temperatura (en grados)	Partes de agua	Temperatura (en grados)	Partes de agua
0	2.84 Gay Lusacc	0	3.41 Gay Lusacc
5	2.83 ,,	11.8	2.80
13.9	2.79 ,,	15	2.80 Kopp
16.9	2.78 ,,	19.35	2.80 Michel
57.9	2.69 ,,	52.4	2.28 Gay Lusacc
100.7	2.47 ,,	79.6	1.96 ,,
		109.6	1.68 ,,

Con el cloruro de sodio la solubilidad del nitrato de potasio aumenta rapidamente con la elevación de la temperatura pero se atenua cuando la temperatura baja. El siguiente experimento lo demuestra.

Cantidad de solución de nitrato empleada	Cloruro de sodio añadido	Nitrato de potasio disuelto á la temperatura de 18°5	Nitrato de potasio disuelto á|f del cloruro de sodio
100 gr.	0 gr.	21.63 gr.	——
,, ,,	5 ,,	,, ,,	0.746 gr.
,, ,,	10 ,,	,, ,,	1.267 ,,
,, ,,	15 ,,	,, ,,	1.658 ,,
,, ,,	20 ,,	,, ,,	1.827 ,,
,, ,,	25 ,,	,, ,,	2.583 ,,
,, ,,	26.85 ,,	,, ,,	3.820 ,,
,, ,,	24.85 ,,	,, ,,	

Para determinar la curva de solubilidad del nitrato de potasio se efectuó el siguiente experimento abajo indicado (*)

(*) Este cuadro y los siguientes son de Hildebrandt,

Nitrato de potasio		Agua empleada: 50 cm³	
En peso (gramos)	En tanto por ciento	Temperaturas (en grados)	Diferencia de temperaturas
5	10	100.2	
10	20	100.5	0.3
15	30	102.75	2.25
20	40	103.5	0.75
25	50	104.	0.50
30	60	105.2	1.20
35	70	106.4	1.20
40	80	107.4	1.00
45	90	108.6	1.20
50	100	109.15	0.55
55	110	111.	1.85
60	120	112.1	1.10
65	130	113,1	1.00
70	140	114.1	1.00

Para controlar las observaciones se añadió después de terminada la operación 50 cm³ de agua y se le sometió á la ebullición; ésta se obtuvo á la temperatura de 106°8 que corresponde al 74 %. Se debía haber obtenido 70 % es decir 106° 4 de temperatura de ebullición; la diferencia se debe al agua evaporada.

En el diagrama se corrije la curva.

Para la solubilidad del cloruro de sodio:

Cloruro de sodio		Agua empleada: 50 cm³	
En peso (gramos)	En tanto por ciento	Temperaturas en grados	Diferencias de temperatura
2	4	100.33	
4	8	101.	0.67
6	12	101.5	0.50
8	16	102.	50
10	20	103.6	1.60
12	24	104.8	1.20
14	28	106.5	1.70
16	32	107.33	0.83
18	36	108.	0.67
20	40	108.	0.00

La solución de cloruro de sodio saturada hierve á la temperatura de 108° en que principia á depositarse la sal.

Al controlar la operación añadiendo agua como en el caso anterior, también se encontró una pequeña diferencia debida al agua evaporada.

Como al nitrato de potasio acompaña como elemento predominante el cloruro de sodio, se hizo un experimento más, consistente en disolver diversas cantidades de nitrato de potasio en presencia de una cantidad constante de cloruro de sodio. Los resultados obtenidos se registran en el siguiente cuadro.

Cloruro de sodio		Nitrato de potasio		Agua empleada: 100 cm^3		
En peso gr.	En por ciento	En peso gr.	En por ciento	Cloruro de sodio y nitrato de potasio en tanto por ciento	Temperaturas	Diferencias de temperaturas
20	20	5	5	25	106.5	
,,	,,	10	10	30	108.0	1.50
,,	,,	15	15	35	108.75	0.75
,,	,,	20	20	40	109.50	0.75
,,	,,	25	25	45	110.60	1.10
,,	,,	30	30	50	111.33	0.73
,,	,,	35	35	55	112.50	1.17
,,	,,	40	40	60	113.60	1.10
,,	,,	45	45	65	115.0	1.40
,,	,,	50	50	70	116.	1.00
,,	,,	55	55	75	117.	1.00

En uno de los cuadros anteriores se vió que á la temperatura 18°5 se disolvía nitrato de potasio por la adición de cloruro de sodio. Ahora bien, si se comparan los resultados obtenidos arriba indicados, con los que se obtienen para el nitrato de potasio, resulta, por ejemplo, que con el nitrato solo á 108°6 la solución hierve cuando contiene 90 % de nitrato, mientras que cuando se encuentra en presencia del cloruro de sodio á 108°7 hierve conteniendo 15 % de nitrato y 20 % de cloruro. Asi pues, la solubilidad del nitrato ha disminuido.

Cuadros semejantes á los anteriores se han formado para los sulfatos de potasio, sodio y magnesio, cloruro de calcio y demás sales que se presentan acompañando al nitro.

El tratamiento está basado en lo siguiente: El nitrato de potasio necesita para disolver cuatro partes de agua á + 16° y solo 0.3 de agua á + 116°, punto de ebullición de la solución saturada. Las proporciones de solubilidad del nitro en frio y en caliente son entonces:

$$(1) \quad \frac{NO^3K}{H^2O} = \frac{1}{4} = 0.25; \qquad á + 16°$$

$$(2) \quad \frac{NO^3K}{H^2O} = \frac{1}{0.3} = 3.33; \qquad á + 116°$$

$$\frac{3.33}{0.25} = 13.32$$

Los factores 0.25 y 3.33 no son sino números abstractos que representan el poder disolvente del agua á + 16° y + 116° respectivamente, es decir que dada una cantidad de agua á + 16° ó + 116°, es suficiente multiplicar esa cantidad por el factor correspondiente para conocer la cantidad de nitrato que disolverá.

Las fórmulas hacen ver que el poder disolvente del agua aumenta enormemente con la temperatura puesto que á + 116° el poder disolvente es igual al poder á + 16° multiplicado por 13.32:

$$P_{116°} = P_{16°} \times 13.32;$$

Por otra parte de la fórmula (1) á la (2) hay en el agua una diferencia en volúmen de 4—0.3 = 3.7, líquido que si se hace evaporar, á fin de tener una solución saturada, al dejarlo enfriar abandonará por cristalización el exeso de salitre que contiene. En el agua que queda después de la cristalización hay en disolución todavía algo de nitrato, cantidad fácil de determinar teniendo en cuenta el poder disolvente del agua en frío. En efecto, después de la evaporación quedan 0.3 de agua en volúmen que á + 16° disuelven 0. 3 × 0.25 = 0.075 de nitrato de potasio, Ese licor constituye el agua madre que se reune en la paila de cocimiento con el líquido de lixiviación del tratamiento siguiente.

En cuanto á las otras sales que acompañan al nitrato:

El sulfato de calcio que es casi insoluble se separa primero bajo formas de espumas que sobrenadan;

Los sulfatos de potasio y sodio se separan á las temperaturas de 101° y 103° respectivamente;

El cloruro de sodio á los 108° que es la temperatura de ebullición de la solución saturada; y

El cloruro de potasio se separa á mayor temperatura.

Así pues, cuando la solución ha llegado á su punto de saturación con respecto á las sales indicadas falta mucho todavía para que se sature de nitrato de potasio.

Del cloruro de calcio y sulfato de magnesio, que son más solubles, se separa también, perfectamente, pues gracias á esa propiedad pasan al agua madre. El nitrato de sodio reacciona con el cloruro de potasio por doble descomposición y se transforma en nitro parcialmente.

Algo de nitrato de sodio acompaña al de potasio al cristalizar.

La principal impureza está constituida por el cloruro de sodio y proviene del agua cargada de ese elemento que impregna los cristales de salitre.

Por último, antes de terminar esta parte, se indicará que es necesario determinar cuidadosamente la cantidad de agua necesaria á cada tina para la lixiviación, pues ese es el eje económico al rededor del cual gira el beneficio. Como dato práctico obtenido como resultado de una serie de experiencias se deduce que el agua que queda impregnando la tierra de una tina de lixiviación es igual á ⅓ del volúmen de la misma tierra.

Práctica del beneficio.—La primera operación consiste en colocar la tierra salitrosa en las tinas de lixiviación. Estas consisten en capas de sección cuadrada de 2m × 2m, con una altura de 0^{M} 50. El fondo de la tina está formado por una plancha de fierro de ⅛″ con perforaciones muy pequeñas á fin de que la tierra no pase junto con la solución. Las perforaciones de las planchas usadas en Huarmey tenían 1^{mm} de radio. El filtro va clavado directamente á la parte inferior de la caja.

Esas tinas se reunen en grupos de á seis y van colocadas sobre un bastidor de madera de 12^{M} 40 de largo. La altura del bastidor es de 0^{M} 60. La altura total del aparato (tina y bastidor) es entonces 1^{M} 10; se le dá esta pequeña altura para facilitar las operaciones de carga y descarga de la tina.

A la altura conveniente sobre las tinas corre un canal que sirve para llevar el agua á la tierra colocada en ellas. Dicho canal tiene una serie de compuertas que permiten dirigir el agua á la tina que se desée ó agotada una tina separarla de la serie y continuar con las no agotadas.

Las series de tinas se disponen en filas paralelas dejando entre una y otra fila un espacio llamado calle para la circulación del que inspecciona la operación. La parte posterior de las tinas se utíliza para la carga y descarga. Del total de tinas la mitad está filtrando y la otra mitad en limpieza.

De las tinas de lixiviación el agua va por el canal colector hasta la cuba de reposo que tiene por objeto dejar que asiente la tierra que puede ir con el licor lixiviado.

Como la tierra es muy fina, antes de entrar en la cuba se le hace pasar por un filtro formado por un bastidor de madera que lleva un genero tupido y resistente. Cuando en este último la filtración es lenta por tener mucha tierra se le reemplaza por otro.

La cuba se puede sustituir por una caja rectangular de fierro, hecha con planchas de 1/16″ subdividida en compartimentos por varios tabiques de los cuales el primero parte del fondo y llega hasta 5 con el del borde, el segundo parte del borde y se detiene á 5 con el del fondo, el tercero como el primero y así sucesivamente. Con esta disposición se obliga al licor á efectuar una verdadera circulación durante la cual abandona la tierra que pueda llevar en suspensión.

Inmediatamente después de la sección de lixiviación viene la de concentración, pero entre una y otra se coloca un castillito que en su parte alta lleva un tanque mientras que la baja se utiliza para colocar un motor, una bomba y un compresor de aire.

La bomba se instala de manera que llena al mismo tiempo dos servicios: 1º. Extraer agua de un pozo y elevarla al tanque para ser conducida por turbina hasta las tinas de lixiviación; 2º. Elevar el líquido lixiviado de las cubas de regreso á las pailas de cocimiento. Un juego ad hoc de llaves y tubos permite efectuar comodamente la operación.

De la cuba de regreso el licor lixiviado ó caldo como se denomina, va á las pailas de cocimiento. Estas se disponen en baterías de á dos, de las cuales la de abajo, ó propiamente dicha de cocimiento, recibe directamente la acción del calor y en ella se efectúa la evaporación. A fin de aprovechar en lo posible el calor de los gases de la combustión se les hace pasar, antes de ir á la chimenea, bajo una segunda paila que contiene caldo, cuya temperatura se eleva por ese pasaje de los gases. Un tubo con llave permite descargar la paila alta en la baja.

En la primera instalación que se hizo se usaron dos jaulas en gradines, de forma semi-cilídrica y con capacidad para 2,000 litros cada una. Posteriormente, cuando se determinó aumentar la capacidad de la oficina se instaló una paila que podría contener 8,000 litros de solución.

Como combustible se usa primero la leña por tenerla á la mano pero se abandonó su empleo por anti-económica adoptando el petróleo.

La solución saturada de la paila se trasvasa á las enfriaderas por medio de una bomba forrada en plomo.

Las enfriaderas tienen por objeto, como su nombre lo indica, permitir que enfríe un poco la solución concentrada para que se deposite algo de cloruro de sodio. Las primeras que se usaron fueron formadas por pequeñas cajas de madera forradas en plomo. El fondo está constituido por dos planos inclinados,en cuya arista de intersección se coloca un tubo con llave destinado á dejar salir el líquido. El fondo descansa sobre tres durmientes; así el aire al circular por debajo, roba calor y la solución enfría en menos tiempo. También se usaron enfriaderas de fierro.

De las enfriaderas pasa la solución saturada á las cristalizadoras. Las primeras en uso fueron cajas de madera de fondo plano con un forro de plomo. Después se les sustituyó por cristalizadoras de fierro. Del fondo se eleva un tubo de canasta que termina en la otra extremidad en una llave.

El nitrato de potasio obtenido se coloca sobre cajas de madera uno de cuyos lados se sustituye por un tejido metálico. Allí se le lava y deja secar.

Una red de canales permite recojer las aguas de lavado y el agua madre de las cristalizadoras y las conduce por gravedad bajo la bomba de plomo que las eleva á la paila.

Por último, el nitrato bruto se amontona sobre un piso ó patio de concreto bien enlucido; allí se le abandona hasta su perfecta desecación.

Es mejor hacerlo secar sobre una plancha de fierro calentada por los gases del hogar de la paila de cocimiento.

Conducción de la operación.—Colocada la tierra salitrosa en las tinas comienza la operación por el lavado en frio. El problema económico en este tratamiento consiste en adjudicar á cada tina la cantidad de agua precisa para disolver el salitre que contiene, pues hay que tener presente que todo exceso de agua, trae por consecuencia inmediata tener que evaporar después mayor cantidad de líquido, lo cual se traduce en un mayor consumo de combustible. Para evitar ese gasto improductivo se toma de vez en cuando una muestra del líquído filtrado y allí, por medio de la brucina ó del bicloruro de bismuto, hiposulfito de sodio y alcohol, ó del cobre, ácido sulfúrico y amoniaco se investiga rápidamente la presencia del ácido nitrico ó del potasic. Comprobada su ausencia se desvía la corriente de agua de la tina agotada.

En Huarmey el licor reunido en la cuba de reposo acusaba al aerómetro Beaume una densidad de 25 á 29 grados.

Principiada la ebullición en la paila se separa á los pocos momentos el sulfato de calcio bajo forma de espuma. Después principia el período de los sufatos de potasio y sodio que son retirados con cucharones por trabajo manual. Luego se separa el cloruro de sodio que continúa precipitándose hasta el final de la operación. Al fin el cloruro de sodio viene mezclado con el cloruro de potasio. Se da por terminado el cocimiento cuando unas gotas de caldo colocadas sobre una lámina de vidrio dan cristales de nitrato.

La densidad del caldo en la enfriadora oscila entre 45.5 y 46 grados.

Productos.—En este tratamiento se obtienen:

1º.—Relaves que contienen tódavía un 50% del total del nitrato contenido.

2º.—Espumas formadas exclusivamente por sulfato de calcio.

3º.—Una mezcla de cloruros y sulfatos alcalinos y de magnesio y calcio que según análisis de la oficina del sindicato de potasio contiene hasta 1.4% de nitrato de potasio. Esa mezcla proviene de que los períodos de separación de los sulfatos y cloruros no están perfectamente definidos por el modo de llevar á cabo el tratamiento. En cuanto al nitrato se debe su presencia á que los cloruros separados hacia el final de la ebullición van impregnados con una solución muy rica en nitrato. Por esa razón se les separa y coloca en las tinas de lixiviación en el tratamiento siguiente.

4º.—Una costra dura fuertemente adherida á las paredes de la paila y formada casi exclusivamente por cloruro de sodio y algo de sulfatos.

5º.—Nitrato bruto cuyo color varía del amarillo sucio al moreno. La fuerte cantidad de cloruro que contiene no le permite cristalizar francamente en prismas característicos; solo se notan cristales incipientes.

El «Establecimiento General de Química Agrícola de Zurich» dá el siguiente análisis para una muestra enviada:

$$NO^3K = 12.95\% \qquad K^2O = 40.45\%$$

y fija para el producto (en el año de 1911) el precio de 38 francos por los 100 kilógramos ó sean Lp. 1.5.20. Lo que dá Lp. 15.200 por tonelada en Suiza.

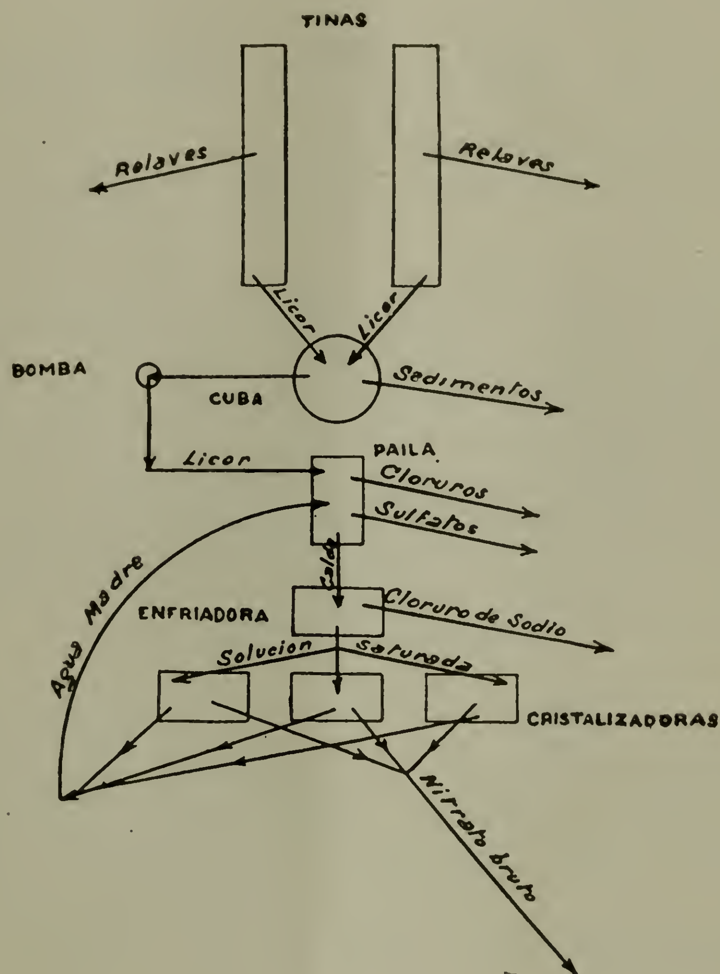


Fig. 5.—Esquema del beneficio del Nitrato de Potasio

V.—194/195

Un análisis efectuado por el que suscribe dió:

Humedad	3.56 %
Materia orgánica	0.54 %
NO^3K	19.38 %
Na Cl	16.36 %
Pérdidas y materias por dosar	0.16 %
	100.00

Un análisis del ingeniero agrónomo Pedro Ricome acusa 80.61 % de nitrato y 12.00 % de cloruro de sodio.

El nitrato bruto se lava con agua madre para arrastrar algo del cloruro de sodio por disolución. Como ésta está saturada de salitre no lo disuelve.

6º.—Por último se obtienen aguas madres, que quedan en las cristalizadoras después de la cristalización; contiene nitrato de potasio á saturación, sulfato de magnesio y cloruro de calcio. Se les añade en la paila de cocimiento en el tratamiento siguiente.

Si se redisuelve el nitrato bruto y se hace cristalizar de nuevo se obtiene nitrato refinado puro formado por prismas romboidales rectos, estriados longitudinalmente, anhidros y no delicuecentes. El "Sindicato de potasa" indica en su análisis:

44.8% K^2O=96.2 % NO K

Na Cl = trasas Sulfatos = trasas

Antes de terminar indicaré que si el nitrato bruto, después de lavado con agua madre, se le somete á un ligero lavado con agua pura se obtiene un producto de mejor calidad y mayor precio que contiene, según el establecimento de Zurich:

NO^3H = 13.83 % K^2O = 45.54 % Precio 41 fr. por 100 kilos.

El líquido de lavado regresa á la paila de cocimiento.

Precio de costo de la tonelada de nitrato de potasio.—El factor que prima en todo negocio es la parte económica del mismo, así pues, aun que pequemos de pesados, seremos algo extensos al tratar de este asunto.

Según ya se indicó, la "Compañía Nitral Limitada" efectuó en Huarmey un pequeño trabajo de prueba con el objeto de deter-

minar prácticamente el precio de costo de la tonelada de salitre. Con éste fin el señor Emanuel Bosano, administrador de la nitratera, remitió á la Gerencia, la serie de datos que á continuación se presentan agrupados en cuadros, y de allí se deducen los diferentes precios de costo calculados, aproximadamente, según los gastos de explotación y beneficio.

En este trabajo de prueba pueden distinguirse netamente tres períodos:

1º en que la producción de nitrato varía entre 102 y 108 kilos y la ley de la tierra trabajada entre 3.09 % y 3.27 %;

2º en que la producción oscila entre 143 y 161 kilos y la ley entre 4.33 % y 4.87 %; y

3º un último periodo en que el nitrato varía entre 184 y 241 kilos y la ley entre 5.57 %, 6.33 % y 7.30 %.

PRIMER PERIODO

Fecha	Combustible en kilos	Nitro en kilos	Ley %	Sal en kilos	Densidad media de la solución (en grados)
Noviembre 17	920	103	3.12	184	29
,, 29	828	102	3.09	129	28
Diciembre 1º	828	104	3.15	232	30
,, 4	828	103	3.12	233	29.5
,, 6	844	102	3.09	230	28
,, 8	690	102	3.09	230	28
,, 11	708	102	3.09	229	27.5
,, 13	690	102.5	3.09	230	29
,, 15	690	108	3.27	228	26
,, 18	920	103	3.12	230	28
,, 20	690	103	3.12	233	19

El gasto total es de Lp. 14.2.81; el medio Lp. 1.2.98. Producción total: 1,134 kilos con un valor de Lp. 17.2.36. Puede preconizarse entonces que con una ley media de 3.12 % la utilidad por tonelada puede ser aproximadamente de Lp. 2.5.61.

SEGUNDO PERIODO

Fecha	Combustible en kilos	Nitro en kilos	Ley %	Sal en kilos	Densidad media de la solución (en grados)
Diciembre 29	920	143	4.33	410	28.5
Enero 1º	920	147	4.45	412	28
,, 3	920	150	4.54	418	28
,, 5	924	150	4.54	417	28
,, 8	290	161	4.87	432	28

Gasto total: Lp. 6.9.02; medio: Lp. 1.3.80. Producción total: 751 kilos con un valor de Lp. 11.4.15. Con la ley media de 4.54% la tonelada puede rendir Lp. 6.0.09.

TERCER PERIODO

Fecha	Combustible en kilos	Nitro en kilos	Ley %	Sal en kilos	Densidad media de la solución (en grados)
Enero...... 12	920	184	5.57	450	29
,, ... 15	920	240	7.27	449	27
,, ... 17	936	239	7.24	438	27
,, ... 19	920	241	7.30	439	28
,, ... 22	920	241	7.30	440	28.5
,, ... 24	932	233	7.06	433	25
,, ... 26	920	233	7.06	437	25.5
,, ... 31	920	200	6.06	231	27
Febrero... 1º	950	184	5.57	230	27
,, ... 3	1000	208	6.30	235	28
,, ... 5	944	209	6.33	241	27

Un pequeño trabajo con tierras de 2.00% arrojó Lp. 0.5.91 por tonelada de nitrato obtenido.

Ahora bien, variando las leyes de un yacimiento entre límites muy extensos, del 2% al 7%, se puede aceptar como utilidad media el promedio de los cuatro trabajos ó sean Lp. 4.6.46 por tonelada. Se tomará prudencialmente *Lp. 4.0.00* para la utilidad.

En un yacimiento como el de Huarmey, para hacerlo efectivamente productible, sería necesario invertir Lp. 10,000 en números redondos, en cuyo caso el interés del capital invertido se-

ría del 14.4%, y descontando 1% para amortización quedaría en definitiva 13.4% anual, interés relativamente pequeño comparado con los riesgos inherentes á toda explotación minera.

En el trabajo de prueba se usó leña como combustible, abonándose Lp. 0.900 por la tonelada, es decir, que sólo en combustible, una tonelada de nitrato producido consumía de Lp. 4 á Lp. 5. Sustituyendo la leña por petróleo se obtiene, *teoricamente*, mejor precio para la tonelada. Para calcularla se tienen los siguientes datos: El agua madre retiene 112 kg de salitre y en los relaves quedan 50 kg. Se trabajarán 29,050 kg. de tierra con 1162 kg. de nitrato (Ley de 4%).

El agua necesaria es $1,162 \times 4 = 4,648$ y poniendo el doble 9,296 litros. Al final se obtiene un volúmen de $1,162 \times 0.4 = 465$ litros. Hay que evaporar 8,831 litros en que se gastan:

$$8831\ (606.5 + 0.305 \times 116 - 16) + 465 \times 100 = 5,519,145 \text{ calorias.}$$

Sabiendo que la superficie de la mampostería que sostiene la paila, y la de la cámara de combustión forma un total de 40 metros cuadrados, y siendo 0.40 el espesor de las paredes, se pueden aceptar las siguientes pérdidas de calor:

Por trasmisión.................	$1.2 \times 100 \times 40 \times 12 =$	57,600
Por radiación....................	$40 \times 1.7 \times 3.7 \times 100 \times 12 =$	265,920
Por contacto....................	$40 \times 4.2 \times 100 \times 12 =$	201,600
	(calorias)	525,120

y poniendo todavía un 10% de pérdida será un total de 6'156,777 calorias.

Siendo 10,300 el poder calorífico del petróleo, se necesitarán:

$$\frac{6156,777}{10,300} = 597$$

ó mejor:

600 kg=164 galones.

Suponiendo gastos anteriores á la guerra, el combustible valdrá Lp. 1.8.04.

El gasto para producir una tonelada de nitrato lo indica el siguiente presupuesto:

Explotación

5 hombres reuniendo tierra....................	Lp. 0.150 c/u	Lp. 0.750		
2 peones transportando tierra (carreteros)................	,, ,,	,, 0.300		
2 ayudantes de carretero..........................	,, 0.120 c/u	,, 0.240		
Pasto para 10 animales....................		,, 0.200	Lp.	1.490

Beneficio

6 hombres para las tinas......................	Lp. 0.150 c/u	Lp. 0.900		
2 operarios para el cocimiento	,, ,,	,, 0.300		
1 hombre para motor y compresor....	Lp. 0.1.50	Lp. 0.120		
2 operarios para recojer, secar y ensacar	,, ,,	,, 0.150		
Maestro de cocimiento..........................	,, ,,	,, 0.300		
Petróleo.................	,, ,,	,, 1.804		
Gasolina..................	,, ,,	,, 0.425		
Aceite, grasa etc.......	,, ,,	,, 0.050		
Sacos......................	,, ,,	,, 0.350	Lp.	4.399

Sueldos

Administrador	Lp.	0.660
	Lp.	6.549
2% para imprevistos y reparaciones	,,	0.131
Fletes, muellaje, polizas, comisión..................................	,,	1.500
Capital amortizable por anualidades de Lp. 379.500 la tonelada resulta gravada en	,,	0.154
Precio de costo..................	Lp.	8.334

(En los precios de costo deducidos no está incluído el gasto de fletes, muellaje, comisión, etc, ni tampoco el interés del capital invertido).

El precio fijado en Zurich es de Lp. 15.2.00 por ton. Resulta entonces que es posible obtener una utilidad de Lp. 6.8.66 por ton.

Sistemas de beneficio proyectados.—Por lo anteriormente expuesto se comprende que el sistema de tratamiento, tal como se ha descrito, no es económico, pues al evaporar la solución lixiviada, para obtener un licor saturado se pierde enorme cantidad de calorías en la atmósfera, sin recuperar, aún que sea en parte ese calórico. Así, por ejemplo, en la producción de una tonelada de nitrato se pierde 5579145 calorías que producirían un trabajo de:

$$T = 425 \times 5579145 = 2371136625$$

kilográmetros ó en caballos decimales de vapor:

$$C = T \times \frac{1}{43200 \times 75} = 732$$

En vez de emplear el fuego directo para evaporar, se deberá usar un tubo con circulación de vapor en la paila de cocimiento; así se logra llevar el licor á la ebullición, y al mismo tiempo se obtendrá agua de condensación, á elevada temperatura, que regresa al generador por medio de una trampa de vapor.

En cuanto al refinado del nitrato bruto se puede efectuar por centrifugación mecánica, empleando centrífugas especiales análogas á las usadas en la industria azucarera. En ese aparato se someterá el nitro á un ligero lavado con soluciones saturadas para arrastrar la tierra y materias extrañas que lo acompañan.

Siendo tan anticuado, pesado y anti-económico, el sistema de beneficio hasta hoy únicamente en uso, se ha tratado, en colaboración con el ingeniero Hildebrandt, de modificar ese método de beneficio, sustituyéndolo por otro más racional y económico. Se proyectó tratar la tierra, en caliente, con la cantidad de agua suficiente, en un aparato adecuado. El primer inconveniente que se presentó fué la dificultad de filtración; junto con la arena que acompaña á la tierra salitrosa prima, se presenta una tierra colorada por materia húmica que da al hervir un polvo finísimo semejante al limo. Ahora bien, ese polvo atravieza los tejidos metálicos más tupidos; más aún, encerrando la tierra salitrosa en sacos de algodón de tejido apretado, y sometiendo los sacos á la ebullición, muy pronto el agua se enturbia y termina por contener gran cantidad del polvo de que se habla.

Dominada la filtración, se efectuaron algunos experimentos empleando una batería en cascada de seis cilindros ligados por tubos acodados. En un trabajo de 500 kg. de materia prima se observó: 1º en los dos primeros cilindros se separa el cloruro de sodio; 2º el licor se trasvasaba perfectamente, obteniéndose del cilindro Nº 6 un líquido muy claro, sin polvo y que acusaba cierta densidad al aereómetro; 3º en los cilindros Nº 2 y 3 se encontró regular cantidad de polvo, algo menos en el 4, pequeña cantidad en el Nº 5 y nada en el último; 4º es necesario mantener el fuego atras para que la solución no hierva en los últimos cilindros á fin de obtener buena sedimentación.

Las temperaturas y densidades fueron:

Cilindro	Al principiar	Al terminar	Densidad
1	109	112.8	30
2	107	109.5	35
3	70	100	27
4	40	83	20
5	30	75	20
6	26	70	17

Preparado cierto volúmen de licor se efectuó con él un segundo beneficio de 500 Kg. de tierra; al final de la operación se obtuvo un caldo limpio, con densidad de 40 á 45 grados, que un ligero cocimiento posterior elevó á 50 grados quedando listo para cristalizar.

Se vislumbra: *es posible obtener una solución próxima á su punto de saturación, por circulación del licor á travez de una cantidad dada de materia prima constantemente renovada.* Lo ideal sería trabajar sin evaporación, pero no siendo esto posible se deberá tratar de no pasar de los 100 grados de temperatura.

Para llevar á la prática estos ensayos, se proyectó un cilindro que debia recibir el agua y la tierra, animado de un movimiento oscilatorio y cuya boca de descarga comunicaba con una cámara de concentración; de ésta, el licor regresaba mecánicamente para ponerse en contacto con nueva tierra. Diversas circunstancias, que sería monótono indicar, impidieron la construcción de un pequeño aparato de prueba que hubiera permitido juzgar si el tratamiento preconizado debía aceptarse, modificarse ó ser del todo rechazado.

Queda así descrito, á grandes rasgos, todo lo que se ha hecho hasta el presente en el Perú para establecer la industria del nitrato de potasio, que aun que pequeña, en razón de las condiciones de los yacimientos, hubiera aliviado en parte nuestras necesidades, permitiéndonos independizarnos de Europa, al menos en lo que á explosivos se relaciona.

CAPITULO VI

Conclusiones

Para poder pronunciarse de una manera categórica sobre la cantidad de nitrato de potasio que podrían rendir diariamente los yacimientos descritos en la parte II, haría falta conocer en cada uno de ellos:

1º—Su extensión superficial;
2º—La ley media del yacimiento;
3º—El "período de reproducción".

De estos tres factores solo el primero ha sido rápidamente estudiado en todos, el 2º en algunos y el 3º únicamente en Huarmey. Asi pues, para llegar á una cifra posible, admitiremos como término de comparación el yacimiento Huarmey, suponiendo que los demás se encuentren en análogas condiciones de reproducción y riqueza aún cuando hay yacimientos muchísimo más ricos, como el de Chanchan, por ejemplo. Según esto:

Huarmey	puede	dar	8	toneladas	diarias;
Nepen	,,	,,	2.4	,,	,,
Chiquitoy	,,	,,	2.2	,,	,,
Tres palos	,,	,,	2.2	,,	,,
Chanchan	,,	,,	15.6	,,	,,
Lambayeque	,,	,,	2.0	,,	,,
Fortaleza	,,	,,	3.7	,,	,,
San Nicolás	,,	,,	0.5	,,	,,
Corral de Vaca	,,	,,	3.0	,,	,,
Mala	,,	,,	2.4	,,	,,
Lima	,,	,,	1.8	,,	,,

Lo que forma un total de 43.8 toneladas al día ó sean 15,786 ton. al año (*)

La implantación de esta industria costaría al rededor de Lp. 51,000

*
* *

Mi distinguido amigo y antiguo profesor señor Fernando Fuchs, á quien he consultado muchos puntos sobre el origen de los nitratos, en conversaciones que hemos tenido, ha tratado con gran clarovidencia la trascendental importancia que tendría para el Perú el desenvolvimiento de esta incipiente industria, y la forma de utilizarla, y á él ruego, por tratarse de una idea netamente suya, que desarrolle el tema que se deduce de la producción total de nitro fijada en el curso del presente estudio.

(*) Posible es aumentar esta producción introduciendo mejoras en los yacimientos. En Francia se han efectuado experimentos diversos para producir nitrato artificial y entre ellos es notable el siguiente: se tomó como medio una turbera, para tener asi la materia porosa, y se regó con sulfato de amonio; introduciendo después cultivos de bacterias especiales se consiguió obtener el nitrato. Si en un medio adecuado para la vida de las bacterias, como es un yacimiento de nitrato, se introducen cultivos de aquellos, se puede preconizar un aumento en la producción, en razón de que todas las manchas sin salitre encerradas en el yacimiento se harían productivas y quiza si podria ser aumentada en su extensión superficial.

LA OPINION DEL ING. D. FERNANDO C. FUCHS

Lima, Noviembre 10 de 1917.

Señor Fernando Fuchs.

Estimado amigo:

Antes de remitir este trabajo al Congreso Nacional de la Industria Minera, desearía se molestase en hacer una crítica de él y al mismo tiempo, si le es posible, sírvase Ud. desarrollar las ideas que con tanta lucidéz me expuso al conversar sobre la manera como podrían aprovecharse los nitratos generados en el territorio nacional.

Esperando de su amabilidad, nunca desmentida, se tome el trabajo que le pido, soy de Ud. su más atto. y S. S. y amigo.

G. Rodríguez Mariategui.

Lima, Diciembre 4 de 1917.

Señor Ingeniero G. Rodriguez Mariátegui.

Ciudad.

Estimado amigo:

Fué hace más ó menos dos años, que incidentalmente tuve ocasión de leer el estudio que, sobre el nitrato de potasio peruano, había Ud. facilitado á nuestro malogrado compañero Felipe de Lucio. Me llamó en ese estudio la atención, aparte de la interesante descripción de los yacimientos, el original espíritu de experimentación metódica en lo relativo al beneficio de la tierra salitrosa.

Pasó el tiempo y al tratarse de la organización del Congreso Nacional de la Industria Minera, recordé su monografía, la recomendé á la consideración del Comité Ejecutivo é insistí con Ud. venciendo su modestia, para que la presentára en dicho certámen ampliando los puntos de vista más interesantes. Fué así como discutimos las conquistas realizadas en la utilización del nitrógeno atmosférico; las teorías genéticas de esta clase especial de yacimientos salitreros, completando la posibilidad de intensificar la labor de las colonias bacterianas por la aplicación de su cultivo sistemático y mejoramiento del medio haciéndolo más apropiado para su desarrollo intensivo. Conversamos también, amenamente, sobre el aprovechamiento más benéfico para el país de esta nueva industria nacional.

Su monografía ampliada ha resultado un estudio de lo más interesante que merece mi más sincero aplauso y felicitación pues es una de esas obras que, aunque incompletas por no poder abarcar el estudio detallado de todos los yacimientos ni tener experiencia definitivamente adquirida sobre el tratamiento económico; es una de esas obras, repito, que constituyen jalones marcando rumbo al progreso industrial del país.

Me pide Ud. que desarrolle mis ideas sobre la utilización nacional del nitrato de potasio y acepto gustoso la invitación porque quiero, aunque modestamente, contribuir al establecimiento de esta nueva industria.

El inmenso yacimiento de Stassfurt era el proveedor mundial de sales potásicas tan empleadas en la agricultura y en diferentes industrias. Con motivo de la guerra actual y del consecuente bloqueo de Alemania cesó la importación de este abono tan esencial á nuestra industria agrícola y, su falta de aplicación á la tierra que contiene potasa en cantidad deficiente se traduce en un menor rendimiento cultural.

Pues bien, el nitrato de potasio tiene sobre las sales de Stassfurt; sulfatos y cloruros, la enorme ventaja de que suministraría al suelo no solo potasa sino también nitrógeno y éste en forma nítrica que es la más asimilable para las plantas. De allí se deduce que la agricultura nacional derivaría ingente provecho de la producción nacional de nitrato de potasio.

El Estado, además del beneficio indirecto que obtendría del establecimiento de la nueva industria y del mayor desarrollo de la agricultura del país, podría obtener un beneficio directo explotando por medio de la Compañía Administradora del Guano los yacimientos de nitratos, y entonces esa compañía se encontraría en condiciones de ofrecer á los agricultores, junto con el guano, el nitrato de potasio es decir todos los elementos necesarios para un abonamiento integral.

Para formarse un concepto de lo que esto representaría como capitalización nacional basta consignar algunas cifras:

El año 1916 la agricultura del país consumió 59,000 toneladas de guano con una ley promedio de 12 %. La forma de abonamiento integral en la costa es: 10 de guano por 1 de sales potásicas, generalmente con 46 % de potasa (sulfato) que pueden ser sustituidas con el nitrato (47 % de potasa), es decir que se consumirían 5,900 toneladas de nitrato de potasio al año, cantidad que podría ser suministrada, según los cálculos de Ud. por un solo yacimiento: el de Chan Chan.

Ahora bien, antes de la guerra, en 1911, los agricultores pagaban la tonelada de sulfato de potasio á S/. 136, casi igual cantidad de potasa (1 % más) adquirirían en 1 tonelada de nitrato y pagando el nitrógeno al mismo bajo precio que lo abonan en el guano, por la ley Nº 2107, es decir á S/. 3, la unidad %, teniendo el nitrato 14% su nitrógeno valdría S/. 42, que agregados á los S/. 136, de la potasa sumaría S/. 178, y como el costo de producción, según los cálculos de Ud. no pasarían de S/. 83, quedaría *una utilidad para el Estado de S/. 95, por tonelada* que, sobre la venta anual de 5,900 toneladas representaría una utilidad de S/. 560,500.

No hay datos suficientes para calcular los menores rendimientos obtenidos por la agricultura nacional á causa de la omisión forzosa del abono potásico, pero tomando en cuenta la opinión autorizada de un agricultor competente, de que aún á S/. 250 la tonelada de sal potásica resultaba económicamente beneficiosa su aplicación, se tendría una bonificación de S/. 114, por tonelada que sobre las 5,900 representarían S/. 672.600 que agregados á S/. 560,500 de utilidad obtenidos por el Estado significan una capitalización total de S/. 1'233,100.

Pero las cifras anotadas se refieren á las 5,900 toneladas, más ó menos, que puede producir anualmente solo el yacimiento de Chan Chan. Otra industria derivada de la del nitrato sería la fabricación nacional de explosivos de guerra ó industriales. Ya, al tratar del tema 9º de la sección 2ª del Congreso Nacional de la Industria Minera, opinaba sobre la fabricación fácil y económica del ácido sulfúrico partiendo del alumbre de hierro de Ancash. Contando con ácido sulfúrico y nitrato de potasio se puede obtener el ácido nítrico que junto con el sulfúrico constituyen la base para elaborar los explosivos nitratados modernos: nitro-glicerina, nitrocelulosa, nitrofenol é hidrocarburos nitrados de la serie aromática.

El estanco y fabricación nacional de explosivos industriales representaria para el Estado, considerando sólo el consumo actual, una utilidad de medio millón de soles al año, aparte de que entrando en la composición de los explosivos de guerra modernos casi los mismos elementos que informan los industriales, la producción de unos y otros puede obtenerse en la misma fábrica y se alcanzaría asi la inapreciable ventaja de independizarnos del extranjero en el aprovisionamiento de explosivos de guerra y una vez obtenida la fabricación de cartuchos con metales producidos en el país, se realizaría por completo el patriótico anhelo de nacionalizar el amunicionamiento de nuestras fuerzas armadas, colocándonos asi, conforme á la experiencia derivada de la guerra actual, en condiciones ventajosas en caso de un conflicto internacional.

Una industria que permite capitalizar al país más ó menos dos millones de soles anuales y además preparar la defensa eficaz del territorio nacional, bien merece atención preferente de los poderes públicos.

Le saluda afectuosamente su amigo y compañero.

F. C. Fuchs.